MOD. 532

1997

Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap
Departement Leefmilieu en Infrastructuur
Administratie Waterwegen en Zeewezen
Afdeling Bovenschelde

BOVENSCHELDE

ONTWERP VAN VISTRAPPEN EN NEVENGEULEN ALS VISPASSAGES VOOR DE STUWEN TE ASPER, OUDENAARDE EN KERKHOVE

DEEL 1 : TEKST EN TABELLEN





Instituut voor Bosbouw en Wildbeheer

Waterbouwkundig Laboratorium

97 - 13

Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap
Departement Leefmilieu en Infrastructuur
Administratie Waterwegen en Zeewezen
Afdeling Bovenschelde

Model 532

BOVENSCHELDE

ONTWERP VAN VISTRAPPEN EN NEVENGEULEN ALS VISPASSAGES VOOR DE STUWEN TE ASPER, OUDENAARDE EN KERKHOVE

DEEL 1
TEKST EN TABELLEN

september 1998

INHOUDSOPGAVE

LIJST VAN DE TABELLEN

LIJST VAN DE FIGUREN

0. SAMENVATTING

De vernieuwing van de stuwen op de Schelde te Asper, Oudenaarde en Kerkhove dringt zich sedert geruime tijd op. Samen met de bouw van moderne segmentstuwen in de nieuw te baggeren stuwgeulen, wenst de afdeling Bovenschelde deze kunstwerken opnieuw migratievrij te maken voor vissen.

Voor de aanleg van vistrappen wordt daarom de nodige ruimte voorzien. Voor het ontwerp van de vormgeving van de vistrap en voor de juiste lokalisatie van de ingang van dergelijke vispassage wordt beroep gedaan op het Instituut voor Bosbouw en Wildbeheer en het Waterbouwkundig Laboratorium. Er wordt een schaalmodel gebouwd van de nieuwe stuw te Asper, van het afwaarts pand van de stuwgeul en van verschillende types ingangsconstructies voor de vistrap. In dit schaalmodel worden meerdere jonge vissoorten uitgezet. Uit hun reactie op veranderende stromingen kan de meest efficiënte lokstroom worden afgeleid.

De proeven laten toe om voor Asper een vistrap te dimensioneren bestaande uit 19 V-vormige overlaten gemaakt van stortsteen en damplanken met een trapverschil tussen twee overlaten van 14cm. De hoogst geplaatste overlaat bevindt zich 70cm onder het constant waterpeil in het opwaarts pand van de stuwgeul. De ingang van de vistrap dient tussen 20m en 30m afwaarts van de stuw gesitueerd te worden. De totale lengte bedraagt 200m. Voor de vistrappen te Oudenaarde en Kerkhove worden analoge ontwerpen uitgewerkt.

Uit literatuurstudie blijkt dat nevengeulen vanuit ecologisch standpunt een betere oplossing bieden als vispassagetype voor vissoorten met zwakke zwemcapaciteiten. Op veel plaatsen waar knelpunten voor vismigratie voorkomen, is echter niet de nodige ruimte beschikbaar voor dergelijke nevengeul, zoals ook hier het geval is. Om toch een nevengeul als volwaardig alternatief te kunnen uitwerken (voor knelpunten waar wel de nodige ruimte aanwezig is), wordt een tweede fysisch model van een stuk nevengeul op ware grootte gebouwd. Het doel is te onderzoeken welk verval in een zo kort mogelijke afstand kan overbrugd worden, zonder dat daarbij de stroomsnelheden voor de vissen te sterk worden. Hierbij wordt in het model gebruik gemaakt van snelheidsremmende elementen zoals grote stenen, meanderen en waterplanten.

Op basis van de resultaten van dit schaalonderzoek wordt een vereenvoudigde methode voorgesteld voor het dimensioneren van een nevengeul. Hierin is het gebruik van een ruwheidscoëfficiënt van Manning van $0{,}100 s/m^{1/3}$ toegelaten. Deze waarde is van toepassing indien alle ruwheidselementen, in het fysisch model onderzocht, gehanteerd worden in de werkelijke nevengeul. De berekeningen tonen aan dat het voor Asper, met een totaal verval van 2,64m, mogelijk is een nevengeul te ontwerpen met een totale lengte van 400m op 16m breed en 0,40m diep bij een gemiddelde stroomsnelheid van 0,40m/s.

Voor zowel vistrap en nevengeul wordt tenslotte een specifieke ingangsconstructie ontworpen. Deze laat toe om in combinatie met een geschikt vispassagedebiet, dat 2,5m³/s of 10% à 15% van het meest voorkomend debiet in de Bovenschelde bedraagt, een efficiente lokstroom te genereren. Deze lokstroom stelt de vissen in staat om makkelijk de ingang van de vispassage te vinden zodat deze gedurende 80% van de migratieperiode werkzaam zal zijn. Verder worden ook nog voorstellen gedaan voor constructies die het mogelijk maken de vispassage af te sluiten van het opwaarts pand van de stuwgeul indien de aanvoer op de Bovenschelde te laag zou zijn om het waterpeil in stand te houden.

De algemene besluiten van dit onderzoek worden uitvoerig behandeld in de gele bladzijden.

1. INLEIDING

1. 1 Ontstaan van de onderzoeksopdracht

Het vernieuwen van de stuwen op de Bovenschelde te Asper, te Oudenaarde en te Kerkhove (foto's figuren 1 en 2) dringt zich sedert geruime tijd op. De bestaande stuwen, allen van hetzelfde type, namelijk hefschuif met bovenstaande klep, dateren reeds uit 1922 en bieden, door het feit dat zij slechts met één stuwopening zijn uitgerust, onvoldoende bedrijfszekerheid. Er valt aan te nemen dat slijtage van de mechanische en elektrische uitrusting en corrosie van de metalen structuur van de stuwelementen zo ver zijn gevorderd dat vervanging in de eerstkomende jaren onafwendbaar is. Gezien het belang voor de waterbeheersing in het Scheldebekken en het belang voor de scheepvaart is de vernieuwing en het ontdubbelen van de bestaande stuwen van primordiaal belang.

Voor wat het nieuwe stuwtype aangaat, werd vrij vlug de voorkeur gegeven aan een segmentstuw met bovenstaande klep, omdat dit een aantal voordelen biedt zoals :

1. alle bewegende delen bevinden zich boven water;

2. er is geen bovenbouw die het landschap kan storen;

3. er is een goede fijnregeling van het waterpeil mogelijk bij gering debiet, door de aanwezigheid van de overstortklep;

4. er is een goede zuurstofinbreng in het water, wat voor het milieu belangrijk is.

Omdat een dergelijke stuw reeds op de Leie te Menen was gebouwd in 1990, besloot men deze als voorbeeld te nemen. Het volstond het ontwerp aan te passen aan de na te streven waterpeilen op de drie locaties (figuur 3).

In de projectnota van de afdeling Bovenschelde, locatie Kortrijk, van september 1996, werd daarenboven aangekondigd dat voorzieningen zouden getroffen worden in verband met milieubeheer, milieubehoud en milieuherstel.

In concreto kwam dit neer op :

1. een natuurvriendelijke aanpak bij het oeverherstel;

2. het aanleggen van aangepaste recreatieve voorzieningen;

3. het maximaal behouden van overstromingszones;

4. het passeerbaar maken van de stuwen voor vissen.

Meer bepaald voor het laatste punt drukte de afdeling Bovenschelde de intentie uit dat, alhoewel het herbouwen van de stuwen van een hogere prioriteit is - vermits op dit ogenblik een visstand op de Bovenschelde onbestaande is, zodat men zelfs in eerste instantie deze voorzieningen niet kan aanleggen - er op zijn minst de ruimte moest worden voor voorzien.

Omdat voor het opmaken van een voorontwerp van een systeem, dat het migreren van vissen toeliet op een dergelijke schaal de kennis niet voorhanden was, werd daarom ter voorbereiding van genoemde projectnota beroep gedaan op het Instituut voor Bosbouw en Wildbeheer (IBW) dat reeds advies had gegeven bij het ontwerp van vispassages op enkele kleine rivieren in Vlaanderen. Door het Instituut werd voor de drie stuwen op de Bovenschelde een voorlopig ontwerp uitgewerkt in casu een V-vormige vistrap, die evenwel een visie naar voren bracht waarbij voldoende grondoppervlak kon behouden worden wanneer verder onderzoek een definitief ontwerp zou voorstellen. Bovendien werd door het IBW de noodzaak vastgesteld om voor de verdere detailuitwerking van het ontwerp, een werkgroep op te richten met daarin biologen en hydraulici.

1. 2 De Opdracht

Als antwoord op deze noodzaak werd op 3 december 1996 een vergadering belegd tussen de afdeling Bovenschelde, het IBW en het Waterbouwkundig Laboratorium (WL). Op basis van het eerste voorontwerp werden onteigeningsplannen door allen goedgekeurd, waarin een zodanige ruimte voor een V-vormige vistrap werd voorzien, dat zij nog alle mogelijkheden voor constructie openliet. Verder werd ook afgesproken dat het WL de leiding op zich zou nemen van de verdere studie, waarbij haar belangrijkste taak erin zou bestaan om het antwoord te vinden op volgende vragen :

1) Waar moet de ingang van een vispassage gesitueerd worden ten opzichte van de turbulentiezone aan de stuw veroorzaakt door het overstromend debiet ?

2) Welk debiet moet er over een vispassage zodat een voldoende efficiënte lokstroom vanuit de vispassage ontstaat die door de vissen duidelijk aangevoeld wordt ?

3) Wat heeft de literatuur nog te bieden aan kennis over het ontwerpen van vispassages en over de stromingspatronen die daarbij optreden ?

Omdat voor elk type vispassage rondom een stuw het belangrijkste principe is dat de vissen de ingang van deze vispassage makkelijk vinden ten opzichte van de turbulentiezone aan de stuw, werd daarom op 3 december beslist om alvast een schaalmodel te

maken van de nieuw te bouwen stuw om deze turbulentiezonde op te meten, dit in afwachting van eventuele nieuwe inzichten over het ontwerp van de vispassage zelf volgend uit het literatuuronderzoek.

2. BESPREKING LITERATUUR

2. 1 Algemeen

Reeds in de vorige eeuw werden zowat overal ter wereld vispassages voorzien ter hoogte van migratie belemmerende constructies (Europa, Amerika, Japan). Aanvankelijk was de doelstelling hierbij de migratiebewegingen van die vissoorten opnieuw mogelijk te maken die vanuit de zee de grote rivieren optrekken op zoek naar geschikte paaiplaatsen zoals de zalm. Later wou men ook migratie toelaten van minder sterke zwemmers zoals vissen die alleen maar op zoek gaan naar geschikte voedselbiotopen.

Er werden tot op heden tal van soorten ontwerpen bedacht waarvan er enkele worden gegeven in de figuren 4 tot 8.

De evaluatie naar de goede werking van een vispassage is echter de laatste 10 à 20 jaar pas goed op gang gekomen en er blijkt [3] dat wereldwijd de meeste uitgevoerde vispassages nog steeds grote stroomsnelheden toelaten en niet in staat zijn om een goede lokstroom te creëren, twee redenen waarom de meeste ook niet naar behoren werken.

Vooral dit laatste begrip is belangrijk voor de efficiëntie van een vispassage. Algemeen kan namelijk gesteld worden dat de vis tijdens de stroomopwaarts gerichte migratie een kunstwerk nadert via de sterkst waarneembare stroming (hoofdstroom). De vis zal het kunstwerk naderen tot de plaats wordt bereikt waar de stroomsnelheid de zwemcapaciteit overtreft. Er dient in elk geval voorkomen te worden dat de vis in de turbulente zone van de stuwuitstroom terecht komt waar hij volledig wordt gedesoriënteerd.

Onmiddellijk stroomafwaarts van het kunstwerk kan men dus een denkbeeldige lijn trekken die de grens aangeeft tot waar vismigratie mogelijk is, en welke men de migratielimietlijn noemt. Op dit punt aangekomen, gaat de vis naar een uitweg zoeken. De vis verplaatst zich hierbij dikwijls naar de oeverzones of gaat samenscholen in de luwtezones direct onder of naast het kunstwerk, of weet zich langs muren toch verder stroomopwaarts te verplaatsen. Bij het ontwerp van een vispassage komt het er dus op aan de vispassage-ingang en de richting van de stroming uit de vispassage (i.e. de lokstroom) op deze locatie te laten aansluiten. Om deze lokstroom zo ver mogelijk in de hoofdstroom merkbaar te doen zijn, verdient het in sommige gevallen de voorkeur de lokstroom haaks op de hoofdstroom te kiezen. Hierbij kan men stellen dat de stroomsnelheid van de lokstroom minimaal driemaal hoger moet zijn dan de stroomsnelheid van de hoofdstroom ter plaatse. Men kan dus besluiten dat locatie en richting van de lokstroom zodanig moeten zijn, dat de vis op zijn “natuurlijke” trekroute uit zichzelf vanuit de hoofdstroom naar de toegang tot de vispassage zwemt.

Voor de vispassage zelf dient er voor gezorgd dat de stroomsnelheden zo laag mogelijk liggen en dat het stroompatroon niet te turbulent wordt.

2. 2 De V-vormige vistrap in Nederland

2. 2.1 Ontwikkeling tot een vistrap van breuksteen.

Onder leiding van o.a. de Muyres van het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij werd de voorbije 15 jaar in Nederland gewerkt aan het knelpuntvrij maken van de belangrijkste hydrografische bekkens zoals de Maas en de Vecht. Er worden ook inspanningen geleverd voor de Rijn, voor enkele kleinere rivieren (onder invloed van de zogenaamde 'waterschappen') en eveneens voor visintrek langs de kust (onder hoede van Rijkswaterstaat).

Als vispassage werd bijna steeds gekozen voor een zeer eenvoudige vorm, namelijk het in serie achter elkaar plaatsen van een aantal overlaten zodat het totale verval over de migratiehindernis werd verdeeld in een aantal kleinere, door de vissen overbrugbare deelvervallen. Bovendien werden de overlaten in V-vorm ontworpen zodat er ook bij laag debiet door de "vistrap" nog voldoende waterhoogte overbleef boven de kruin van elke overlaat om de vissen kunnen laten overspringen. Een principeschets van dit type vispassage wordt gegeven in figuur 9. Enkele vistrappen werden in de tweede helft van de tachtigerjaren beproefd op eerder kleine rivieren (zowel houten scherpkantige overlaten als overlaten uitgevoerd in breuksteen). Er werd eveneens nagegaan of vissen inderdaad over deze constructies migreerden [2.14]

Omdat bij deze eerste V-vormige vistrappen er enkele ontworpen waren met een vaklengte L groter dan nodig om voldoende energiedemping te krijgen en andere dan weer met een te kleine vaklengte, werd in 1989 aan het Waterloopkundig Laboratorium van Delft gevraagd de V-vormige vistrap zodanig te dimensioneren, dat hij voor laaglandrivieren optimale kansen zou bieden.

Het onderzoek onder leiding van Boiten vertrok van volgende biologische randvoorwaarden [11].

Type zwemmer	U_{max} (m/s) traject > 10m	U_{max} (m/s) traject < 10m	maximum te nemen hoogteverschil (m)
slechte zwemmers (o.a. witvis)	ca 0.5 - 1.0	ca. 1.0 - 1.5	ca 0.20
goede zwemmers (o.a. forel, winde, snoek)	ca. 1.0 - 1.5	ca 2.0 - 2.5	ca 0.30

Maximale zwemsnelheden en springhoogtes (uit [11]).

Boiten kon via het onderzoek op een schaalmodel (met lengteschaal 5) een aantal hydraulische eisen afleiden opdat de energiedemping tussen twee overlaten in een vistrap voldoende zou zijn.

afmeting	maat van Δh
trapverschil	Δh
vaklengte	$L = 30\Delta h$
vakbreedte	$B = 40\Delta h$
apexhoogte	$P = 1,6\Delta h$
kruinmaat	$d = 0,6\Delta h$

Overzicht hydraulische eisen (uit [11]).

Boiten kwam uiteindelijk tot volgende resultaten als voorstel tot optimale vistrap in functie van het debiet over de vistrap:

Ontwerp nummer	Q	Afmetingen geoptimaliseerde vistrap					Niet beluchte overstort	Maximale stroomsnelheden (m/s)	
	m³/s	trap-verschil Δh (m)	vak-lengte L (m)	vak-breedte B(m)	apex-hoogte P(m)	kruin-maat d(m)	B_2 (m)	achter kruin	in trap
1	0,35	0,125	3,75	5,00	0,20	0,075	1,65	1,74	0,53
2	0,56	0,15	4,50	6,00	0,24	0,090	1,98	1,91	0,58
3	0,82	0,175	5,25	7,00	0,28	0,105	2,31	2,06	0,63
4	1,14	0,200	6,00	8,00	0,32	0,120	2,64	2,21	0,67
5	1,54	0,225	6,75	9,00	0,36	0,135	2,97	2,34	0,71
6	2.00	0,25	7,50	10,00	0,40	0,150	3,30	2,47	0,75
7	2,54	0,275	8,25	11,00	0,44	0,165	3,63	2,59	0,78
8	3,15	0,30	9,00	12,00	0,48	0,180	3,96	2,70	0,82
9	3,85	0,325	9,75	13,00	0,52	0,195	4,29	2,81	0,85
10	4,64	0,35	10,50	14,00	0,56	0,210	4,62	2,92	0,88
11	5,51	0,375	11,25	15,00	0,60	0,225	4,95	3,02	0,92

Overzicht van elf geoptimaliseerde vistrappen en de daarin optredende maximale stroomsnelheden (uit [11]).

Ook in de Franse literatuur [1] wordt er aandacht besteed aan het begrip energiedemping. Men tracht het er zelfs wiskundig uit te drukken door de parameter P/V als maat te stellen voor de energiedemping.

We hebben

$$P = \rho \quad g \quad Q \quad \Delta h \qquad (1)$$

met ρ = 1000kg/m³

g = 9,81m/s²

Q = debiet over de vistrap in m³/s

Δh = traphoogteverschil van de vistrap

$$V = L \quad B_m \quad D \qquad (2)$$

met L = bekkenlengte in m.

B_m = gemiddelde breedte van het bekken

D = diepte van een bekken

Men geeft aan dat :

P/V < 200W/m³ voor salmoniden (zalm, forel)

P/V < 150W/m³ voor ..... (winde, voorn,...)

Passen we de vergelijkingen (1) en (2) toe op de geoptimaliseerde vistrappen van Boiten, dan verkrijgen we steevast dat P/V < 150 W/m³.

De ervaring opgedaan bij de eerste kleinere vistrappen, waarbij men de houten overlaten in de vistrap had vervangen door breukstenen constructies zodat een grilliger stromingspatroon bekomen werd, en de ervaringsregels uit het onderzoek van Boiten, werden tenslotte gehanteerd voor het ontwerp van enkele grote vistrappen op de Maas in het begin van de negentiger jaren (figuur 10 en 11).

Het debiet van deze vistrappen bedraagt 3m³/s à 4m³/s. In de vistrap te Lisse werden 19 overlaten voorzien voor een verval van 4,0m wat neerkomt op een trapverschil van 21cm. Dat dit vrij sterke stromingscondities genereert blijkt uit het feit dat de stortstenen, die aanvankelijk los gestapeld waren, naderhand dienden vastgezet te worden met colloïdaal beton. In figuur 11 zien we dat de overlaten zijn gemaakt uit schanskorven met daarin een gleuf met het doel doorgang te verlenen aan bodemvissen zoals glasaal e.d.; voor deze gleuven werd een groot rotsblok gezet om te verhinderen dat het grootste deel van het debiet door deze gleuf zou lopen in plaats van over de kruin van de overlaten zelf, zo niet zouden de ervaringsregels van het onderzoek van Boiten niet meer van toepassing kunnen zijn.

Er werd in Nederland ook in 1990-1993 onderzocht of vissen inderdaad migreerden over de aangelegde vistrappen [2.14]. De evaluaties waren er echter niet op gericht om een schatting te maken van de verhouding tussen het aanbod van stroomopwaarts migrerende vis en de aantallen die in de vispassage werden gevangen. De resultaten van de vangsten worden gegeven in onderstaande tabel.

ecologische groep	Soort		Maas	Vecht
Rheofiel A	Zee/beekforel	Salmo trutta	8	12
	Kopvoorn	Leuciscus cephalus	224	
	Barbeel	Barbus barbus	12	
	Regenboogforel	Oncorhynchus mykiss	10	
	Serpeling	Leuciscus leuciscus	6	
	Bronforel	Salvelinus fontinalis	1	
	Sneep	Chondrostoma nasus	1	
Rheofiel B	Winde	Leuciscus idus	7	172
Rheofiel C	Spiering	Osmerus eperlanus	21	
Eurytoop	Aal	Anguilla anguilla	3.445	403
	Alver	Alburnus alburnus	29.095	222
	Blankvoorn	Rutilus rutilus	5	11.042
	Baars	Perca fluviatilis	5.330	107
	Brasem	Abramis brama	260	1.105
	Karper	Cyprinus carpio	41	18
	Riviergrondel	Gobio gobio	32	205
	Kolblei	Blicca bjoerkna	24	
	Pos	Gymnocephalus cernua	11	6
	Meerval	Ictalurus punctatus	3	
	Zonnebaars	Lepomis gibbosus	1	
	Snoekbaars	Stizostedion lucioperca	1	
	Snoek	Esox lucius	1	
Limnofiel	Ruisvoorn	Scardinius erythophthalmus	22	5
	Zeelt	Tinca tinca	4	4
Totaal			**38.560**	**13.292**
Etmalen			**84**	**83**
Gemiddeld per etmaal			**459**	**160**

Overzicht van de soorten samenstelling en vangstaantallen in de bekkentrappen in de Maas (Belfeld en Linne) en het stroomgebied van de Overijsselse Vecht (Vechterweerd en Archen) voor een vangstperiode van maart tot einde juni (uit [2.14]).

De kleinst aangetroffen lengtes van vis in deze vistrappen, in de Maas 7cm en in de Vecht 5cm, geven aan dat ook voor kleine vissen passagemogelijkheden bestaan. Deze lengteklassen kwamen weliswaar weinig voor in de vangsten.

Door het feit dat de omvang van de vangsten weinig houvast biedt om de doelmatigheid van de vispassage als migratievoorziening te bepalen en door het feit dat niet werd onderzocht in welke mate de vissen in staat zijn de inzwemopening van de vispassage te lokaliseren, werd in Nederland geconcludeerd dat het vaststellen van het aanbod, de samenstelling en hoeveelheid stroomopwaarts migrerende vissen één van de hoofdpunten zou moeten zijn bij toekomstig onderzoek.

2. 2.2 Nederlandse ontwerpregels.

De werkgroep rond de studie naar vispassages op de Bovenschelde bracht op 5 februari 1997 een terreinbezoek aan de vistrappen op de Maas te Linne, Belfeld en Roermond onder begeleiding van Muyres van het Nederlands Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij.

Muyres legde uit hoe men op uitsluitend proefondervindelijke wijze in situ was gekomen van vistrappen met houten overlaten tot vistrappen in breuksteen met kalibers gaande van 20cm tot 40cm. Deze ervaring werd vervolgens toegepast voor de grote vistrappen op de Maas en de Vecht, maar dan bleek dat het nodig was de stenen te fixeren met beton vanwege het aanzienlijk debiet dat toch nog over deze vistrappen geleid werd en waardoor toch nog belangrijke krachtige stroomsnelheden optreden (figuren 12 en 13).

Uit al deze ervaring konden tenslotte enkele empirische ontwerpregels voorgesteld worden :

- De ingang van vistrap (dit is stroomafwaarts van de stuw of waterkrachtcentrale) vormt een hoek van 90° met de as van de rivier.

- De ingang van de vistrap is gelegen waar de stroomsnelheid ±1,0m/s bedraagt.

- Ter hoogte van de ingang van de vistrap wordt de rivier plaatselijk verbreed, zodat door interactie van de hoofstroom en de lokstroom - hopelijk - een neer ontstaat. Zwakke zwemmers kunnen zo via de neer de ingang van de vistrap bereiken.

- Ter hoogte van de ingang van de vistrap wordt een kleine strekdam aangelegd waarvan de kruin een lichte helling heeft, zodat bij laag debiet over de vistrap er toch een geconcentreerde lokstroom ontstaat (foto 3; figuur 13).

- Het meest afwaartse bassin van de vistrap is ongeveer even diep als de rivier, zodat vissen die langs de bodem zwemmen de vistrap ook kunnen opmerken.

- De dwarshelling van de V-vormige overlaten geeft $\tan(\alpha/2) = 7$.

- Het debiet over de vistrap bedraagt minimaal 5% van het debiet van de rivier.

- Het verschil in waterpeil tussen twee bassins van een vistrap bedraagt maximaal ±20cm.

- Ter hoogte van een stuw met twee afvoeropeningen, dient over het afsluitelement aan de kant van de vistrap zo veel mogelijk een constant debiet te gaan; het regelen van het waterpeil in de panden dient dan te gebeuren door het andere afsluitelement.

- Er wordt naar gestreefd dat de vistrap 75% à 80% van het jaar werkt.

- De overlaten dienen voldoende verdronken te zijn. De verdrinkingsgraad dient m.a.w. zeker 50% te bedragen.

- De uitgang van de vistrap (dit is de stroomopwaartse kant van de stuw of waterkracht-centrale) kan afgesloten worden door middel van een plaat die aan één kant scharnierend is opgesteld. Zo kan de vistrap 'droog' gezet worden om herstellings- of onderhoudswerken uit te voeren (foto 2; figuur 12).

2. 2.3 Algemene besluiten uit de Nederlandse ervaring.

Men kan stellen dat al het onderzoek dat in Nederland uitgevoerd werd , een goede basis vormt voor eventueel te ontwerpen vistrappen op de Bovenschelde. Er blijven evenwel nog hiaten in het onderzoek waarvan enkele reeds door Boiten werden aangegeven:

- Het verdient aanbeveling de sprint- en kruissnelheden en de spronghoogtes van de vissoorten waarvoor de vistrappen worden ontworpen met een redelijke mate van betrouwbaarheid vast te stellen.

- Het verdient aanbeveling de minimale stroomsnelheden die kunnen optreden boven een V-vormige overlaat in breuksteen in detail te onderzoeken in plaats van alleen maar de maximale stroomsnelheden, die dan nog uitsluitend onderzocht werden voor een houten scherpkantige V-vormige overlaat.

- Het verdient aanbeveling de ingang van een vispassage nauwkeuriger te lokaliseren dan alleen maar door te beweren dat deze moet gesitueerd worden juist aan de migratielimietlijn waar de stroomsnelheid nog 1m/s bereikt. In welke mate de vissen positief reageren op de lokstroom is hierbij eveneens belangrijk en verdient daarom meer aandacht.

- Bij een debiet over de vistrap van $3m^3/s$ à $4m^3/s$ waarbij gestreefd wordt naar een verdrinkingsgraad van ongeveer 50%, zijn de maximale stroomsnelheden vrij aanzienlijk (2,8m/s juist achter de kruin van de overlaat en 0,85m/s tussen twee overlaten). Voor zwakkere vissoorten is het daarom aan te bevelen op zoek te gaan naar hogere verdrinkingsgraden als middel om de stroomsnelheden te kunnen reduceren. Dit betekent automatisch dat de trapverschillen zullen moeten verkleinen.

2. 3 Stand van zaken in Vlaanderen.

In het verleden zijn in Vlaanderen slechts een gering aantal vistrappen aangelegd. In de meeste gevallen betreft het een overname uit de literatuur van in de eerste plaats voor zalmachtigen ontworpen vistrappen. Door de Administratie Milieu-, Natuur-, Land- en

Waterbeheer werden enkele nieuwere pogingen ondernomen in het Hageland, maar evenwel vermoedelijk met wisselend succes.

Op 15 januari bracht de werkgroep een terreinbezoek aan enkele van deze laatste vistrappen (figuur 14). We merken duidelijk enkele schoonheidsfoutjes als een overlaat die belucht is en niet verdronken (de Velpe) als een vrij goede vistrap. (de Kleine Gete in Zoutleeuw).

In 1993 werd door het Laboratorium voor Hydraulica van de RUG een modelstudie (op lengteschaal 2) uitgevoerd naar het stromingspatroon van vistrappen [4]. Hierbij werd er minder aandacht geschonken aan de stroomsnelheden boven de kruin van de overlaat, maar werd er gefocust op manieren om de snelheden tussen twee overlaten zoveel mogelijk te beperken. Deze beproefde manieren worden gegeven in de figuren 15 en 16.

Als belangrijkste feiten uit deze studie onthouden we dat de beste manier om de snelheden tussen twee overlaten te reduceren (of de energiedemping zo goed mogelijk stimuleren), bekomen kan worden door breuksteen te positioneren zoals aangegeven in figuur 17; bovendien is het belangrijk de apex P minimaal op 0,80m te houden.

De resultaten van de vaklengte L zijn kleiner in vergelijking met de resultaten van Boiten wat te verklaren valt door de grotere apex :

Q	L (RUG)	L (Boiten)
1 m³/s	4,80 m	5,60 m
2 m³/s	6,50 m	7,50 m
3 m³/s	8,00 m	8,80 m
4 m³/s	9,00 m	10,00 m

Vergelijking traplengte L Boiten-Verhoeven (uit [11] en [4]).

2. 4 Nieuwe ontwikkelingen

Van 24 tot 26 september 1996 werd in Wenen het internationaal congres 'Fish Migration and Fish Bypass-channels' gehouden. Dit congres gaf een goed inzicht in de regionale problemen en huidige ontwikkelingen in het ontwerpen van vispassages. De presentaties op het congres [3] wijzen uit dat het overgrote deel van het onderzoek naar vismigratie uitgevoerd werd op zalmachtigen en dat het migratiegedrag van de meeste laaglandbeekvissoorten zoals die bij ons voorkomen tot nog toe slechts sporadisch en meestal vrij oppervlakkig behandeld werden. Er werd eveneens dikwijls naar voren gebracht dat veel uitvoeringen van vispassages in diverse landen niet goed werkten omdat de vissen niet in staat waren om de ingang te vinden.

Aan het eind van het congres werd gesteld dat voor hindernissen op laaglandrivieren een nevengeul een meer geschikte oplossing zou betekenen indien men hierin de stroomsnelheid zou kunnen beperken tot 0,5m/s bij een helling van liefst niet meer dat 0,3%. De bodem zou bestaan uit grote keien om de snelheid af te remmen en zo de kans te bieden

aan alle vissoorten om te migreren, ook voor kleine en jonge vissen die zich door de tussenruimten kunnen bewegen.

3. VERTREKBASIS EN DOEL VAN DE STUDIE.

3. 1 Voorontwerp van het Instituut voor Bosbouw en Wildbeheer.

Door het IBW werd in het voorjaar van 1996 aan de afdeling Bovenschelde een voorontwerp overgemaakt van een V-vormige vistrap voor de drie stuwen te Asper, Oudenaarde en Kerkhove. Hiervoor had men zich gebaseerd op de eigen ervaringen met enkele vistrappen in het Hageland en op de Nederlandse ervaring.

Men kwam tot volgende conclusies voor de randvoorwaarden :

- het ontwerpdebiet in de vistrap is 3m³/s : dit op basis van de minimumeis van 5% van het gemiddeld debiet van de rivier dat zowel voor 1994 als 1995 iets boven 40m³/s lag; men vreest wel dat op dat ogenblik de snelheden in de vistrap aan de hoge kant liggen, terwijl een debiet van 2m³/s anderzijds een inefficiënte lokstroom zou kunnen creëren.

- de migratielimietlijn wordt voor de drie stuwen geacht 50m stroomafwaarts te liggen.

- het maximale trapverschil Δh wordt voorgesteld op 15cm; indien mogelijk wordt een trapverschil van 12,5cm aangehouden.

Voor de dimensionering van de vistrap zelf had het IBW zich gebaseerd op het onderzoek uitgevoerd door Boiten en Verhoeven.

De volgende ontwerpen werden voorgesteld :

1. Asper

Lengte L per trap :	9,00m	
breedte b per trap :	12,00m	
apexhoogte P (12,5cm) :	0,20m	
apexhoogte (15cm):	0,24m	
rustzones : 4 x 3m (12,5cm):	12,00m	
rustzones : 3 x 3m (15cm):	9,00m	
totale lengte (12,5cm):	219,00m	voor 22 trappen
totale lengte (15cm) :	180,00m	voor 18 trappen

<u>2. Oudenaarde:</u>

Lengte L per trap :	9,00m	
breedte b per trap :	12,00m	
apexhoogte P (12,5cm) :	0,20m	
apexhoogte P (15cm):	0,24m	
rustzones : 3 x 3m (12,5cm):	9,00m	
rustzones : 2 x 3m (15cm):	6,00m	
totale lengte (12,5cm):	144,00m	voor 14 trappen
totale lengte (15cm) :	123,00 m	voor 12 trappen

<u>3. Kerkhove</u>

Lengte L per trap :	9,00m	
breedte b per trap :	12,00m	
apexhoogte P (12,5cm) :	0,20m	
apexhoogte P (15cm):	0,24m	
rustzones : 2 x 3m (12,5cm):	6,00m	
rustzones : 2 x 3m (15cm):	6,00m	
totale lengte (12,5cm):	123,00m	voor 12 trappen
totale lengte (15cm) :	105,00m	voor 10 trappen

Een langsdoorsnede van de vistrap te Asper zoals voorgesteld in het IBW wordt gegeven in figuur 18. Een principeschets van het grondplan wordt gegeven in figuur 19.

Er werden tenslotte enkele voorstellen uitgewerkt voor wat betreft de vormgeving van de vistrap zelf welke worden gegeven in de figuren 20 en 21.

Op basis van dit voorstel, dat voornamelijk de vormgeving van de vistrap in beschouwing neemt, werd aan het Waterbouwkundig Laboratorium gevraagd dit ontwerp te optimaliseren zodat het ook zou beantwoorden aan de hydraulische eisen.

Hierbij stelde men zich vooral vragen bij het kiezen van het peil van de kruinen van de individuele V-vormige overlaten in de vistrap. Verder vroeg men zich af voor welk debiet men de vispassage werkzaam zou moeten doen maken.

3. 2 Doel van de studie.

Rekening houdend met de hiaten in het Nederlands onderzoek vermeld in paragraaf 2.2.3. en rekening houdend met de onzekerheden uit paragraaf 3.1 kon volgend actieplan opgesteld worden :

1. Er zal een grondige analyse gebeuren van alle beschikbare debietsmetingen, zodat het meest voorkomend debiet kan worden opgespoord. Voor dit debiet zal dan de grootte van de turbulentiezone worden bepaald.

2. Er zal via berekeningen nagegaan worden of het mogelijk is voor vistrappen lagere maximale stroomsnelheden te bekomen boven de kruin van de V-vormige overlaten, door te streven naar hogere verdrinkingsgraden.

3. Er zal een schaalmodel van de nieuwe stuw gebouwd worden voor de opmeting van de turbulentiezone; er zal in dit schaalmodel gezocht worden naar manieren om een efficiënte lokstroom te bekomen en eventueel, indien mogelijk, zal getracht worden na te gaan in welke mate jonge vissen in dit schaalmodel positief reageren op deze lokstroom.

4. Op basis van de voorgaande onderzoeken wordt een voorontwerp van vistrap gemaakt voor de drie stuwen.

5. Er wordt getracht via berekeningen of het niet mogelijk is een nevengeul als vispassage uit te voeren binnen de voorziene onteigeningen voor de vistrappen.

Binnen het kader van dit onderzoek worden een aantal elementen, die reeds werden vermeld, niet onderzocht. Zij verdienen wel aandacht naar de toekomst toe :

1. Binnen het tijdsbestek van een jaar is het niet mogelijk onderzoek te doen naar sprint- en kruissnelheden van de vissoorten die normaliter voorkomen in de Bovenschelde.

2. Onderzoek naar de minimale stroomsnelheden die kunnen optreden boven een breukstenen V-vormige overlaat gebeurt best in situ. Dergelijke vistrappen bestaan echter nog niet in Vlaanderen.

4. ANALYSE VAN HET OPTREDEND DEBIET TE ASPER.

Vermits het verval van de stuw te Asper met 2,64m het grootste is van de drie stuwen, wordt de aandacht geconcentreerd op het dimensioneren van een vispassage voor Asper. In die zin werden dan ook uitsluitend de debietswaarnemingen van Asper geanalyseerd. Vermits er echter geen bijrivieren van de Bovenschelde zijn tussen Oudenaarde, Kerkhove en Asper, kunnen we met voldoende nauwkeurigheid aannemen dat het meest voorkomend debiet te Asper praktisch gelijk zal zijn aan het meest voorkomend debiet te Oudenaarde en Kerkhove.

Sinds 1988 zijn er daggemiddelde waarnemingen van het debiet beschikbaar van de stuw te Asper. De waarden zijn terug te vinden in de tabellen 1 tot 8. Deze waarden worden geklasseerd per maand grafisch weergegeven in de figuren 22 tot 33. Het aantal waarnemingen per debietsklasse (i.e. 0-5m³/s ; 5-10m³/s ; 10-15m³/s) wordt weergegeven in tabel 9 en in figuur 34. In totaal zijn er 2.920 waarnemingen waarmee we de volgende vaststellingen kunnen maken :

1. een debiet groter dan 130m³/s komt sporadisch voor in de wintermaanden november tot februari;

2. debiet groter dan 65m³/s komt niet voor in de zomermaanden juli tot september;

3. debiet groter dan 50m³/s kan voor de wintermaanden in sommige jaren meer dan de helft van de waarnemingen uitmaken, in andere jaren treden ze dan weer helemaal niet op;

4. voor alle maanden stellen we vast dat het grootste deel van de waarnemingen ligt in de debietsklassen 5-10m³/s tot 25-30m³/s.

Op basis van tabel 9 kunnen we een procentuele frequentieverdeling en een cumulatieve procentuele frequentieverdeling opmaken, welke grafisch worden weergegeven in de figuren 35 en 36.

debietsklasse (m³/s)	%	cum.%	debietsklasse (m³/s)	%	cum.%
0 - 5	2,16	2,16	150 - 155	0,10	99,35
5 - 10	7,95	10,10	155 - 160	0,00	99,35
10 - 15	14,25	24,35	160 - 165	0,07	99,42
15 - 20	16,37	40,72	165 - 170	0,03	99,45
20 - 25	15,75	56,47	170 - 175	0,07	99,52
25 - 30	10,55	67,02	175 - 180	0,10	99,62
30 - 35	6,23	73,25	180 - 185	0,10	99,73
35 - 40	4,35	77,60	185 - 190	0,03	99,76
40 - 45	3,22	80,82	190 - 195	0,00	99,76
45 - 50	3,12	83,94	195 - 200	0,00	99,76
50 - 55	2,43	86,37	200 - 205	0,03	99,79
55 - 60	1,95	88,32	205 - 210	0,00	99,79
60 - 65	1,64	89,97	210 - 215	0,03	99,83
65 - 70	1,68	91,64	215 - 220	0,03	99,86
70 - 75	1,27	92,91	220 - 225	0,03	99,90
75 - 80	0,99	93,90	225 - 230	0,00	99,90
80 - 85	0,96	94,86	230 - 235	0,00	99,90
85 - 90	0,86	95,72	235 - 240	0,03	99,93
90 - 95	0,41	96,13	240 - 245	0,03	99,97
95 - 100	0,45	96,58	245 - 250	0,00	99,97
100 - 105	0,48	97,05	250 - 255	0,00	99,97
105 - 110	0,41	97,47	255 - 260	0,00	99,97
110 - 115	0,14	97,60	260 - 265	0,03	100,00
115 - 120	0,34	97,95	265 - 270	0,00	100,00
120 - 125	0,31	98,25	270 - 275	0,00	100,00
125 - 130	0,41	98,66	275 - 280	0,00	100,00
130 - 135	0,07	98,73	280 - 285	0,00	100,00
135 - 140	0,17	98,90	285 - 290	0,00	100,00
140 - 145	0,17	99,08	290 - 295	0,00	100,00
145 - 150	0,17	99,25	295 - 300	0,00	100,00

Frequentieverdeling debiet te Asper voor 1988-1995.

BESLUIT :

In bovenstaande tabel zien we duidelijk dat over de periode 1988-1995 de debietsklasse 15-20m³/s het meest voorkomt (16,37% van de waarnemingen). Verder zien we dat 64,86% van de waarnemingen tussen 5 en 30m³/s liggen (i.e. 67,02cum% van de klasse 25-30m³/s verminderd met 2,16cum% van de klasse 0-5m³/s). Schrappen we de wintermaanden november tot februari, vermits er dan nauwelijks migratie plaatsheeft, dan wordt dit 77,16%.

We kunnen dus besluiten dat 20m³/s het debiet is waarvoor in het schaalmodel opmetingen zullen gebeuren van de turbulentiezone over de drie stuwen.

5. STROOMSNELHEDEN OVER DE KRUIN VAN EEN V-VORMIGE OVERLAAT.

5. 1 Inleiding

Het bepalen van de gemiddelde stroomsnelheid boven een V-vormige overlaat kan min of meer via algemeen gekende theoretische formules. Welke de stroomsnelheden zijn op verschillende punten boven deze kruin, kan alleen achterhaald worden via proefondervindelijke waarnemingen. Dergelijke experimenten werden uitgevoerd en beschreven door Boiten [11]. Door deze experimenten is het mogelijk geworden de stroomsnelheden in deze verschillende punten te beschrijven in functie van de gemiddelde stroomsnelheid, wat tenslotte toelaat om ook in deze punten de stroomsnelheden louter theoretisch te bepalen. In wat volgt zullen we berekeningen maken om de maximale stroomsnelheden te bepalen voor een verdronken V-vormige overlaat bij verdrinkingsgraden van 50 tot 90% omdat dit de enige manier is om lagere stroomsnelheden te krijgen bij eenzelfde debiet.

5. 2 Theoretische en experimentele formules.

In de theoretische formules gehanteerd door Boiten [11] werd geen rekening gehouden met de invloed van de onvolkomenheid (i.e. het verdronken zijn) van een overlaat op de Q-H relatie van deze overlaat. Dit is aanvaardbaar zolang de verdrinkingsgraad niet hoger ligt dan 50 %. Voor de verdrinkingsgraden waar hier naar gestreefd wordt, dienen deze formules aangepast te worden. Algemeen wordt de afvoerrelatie voor een asymmetrisch V-vormige overlaat met halve openingshoeken $\alpha/2$ en $\beta/2$ gegeven door volgende formules (voor de definitie van de grootheden zie figuren 37 en 9):

$$Q_s = \Psi Q_0 \qquad (3)$$

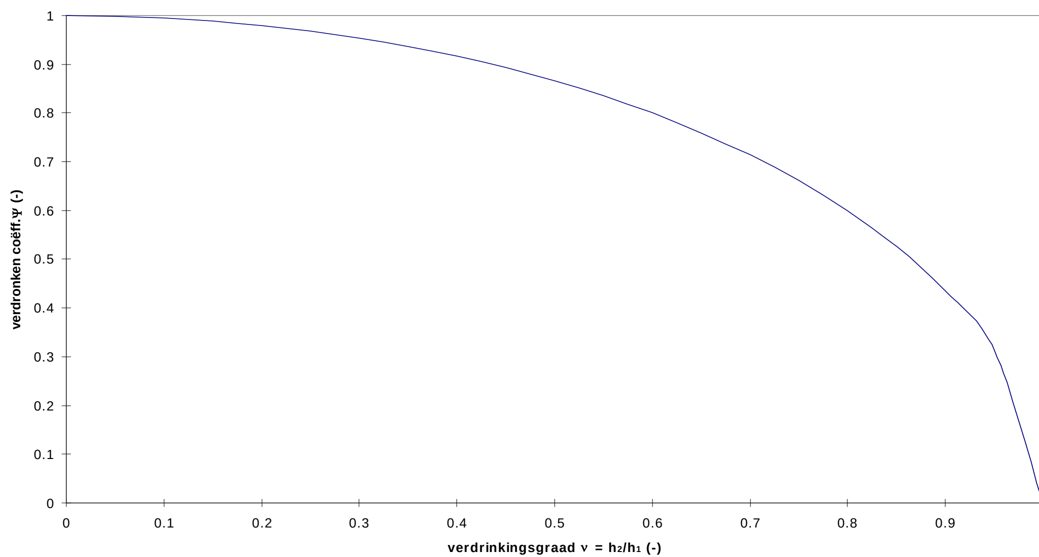
$$Q_0 = 0{,}5\left(\frac{4}{5}\right)^{1/2}\left(\frac{g}{2}\right)^{1/2}\left(\tan(\alpha/2) + \tan(\beta/2)\right)C_D H_1^{2.5} \qquad (4)$$

met :

Q_s debiet over een onvolkomen overlaat (m^3/s)

Q_0 debiet over volkomen overlaat (m^3/s)

$$\psi = \left(1 - v^x\right)^y \qquad (5)$$



Verdronken coëfficiënt ψ (uit [22]).

met

$$x = 2$$

$$y = ½$$

$$\upsilon = h_2 \ / \ h_1 = \text{verdrinkingsgraad} \qquad (6)$$

Uit bovenstaande grafiek kunnen we duidelijk afleiden dat voor verdrinkingsgraden tot 50% Q_s weinig afwijkt van Q_0; voor grotere verdrinkingsgraden is dit niet meer zo.

g aardversnelling = 9,81 m/s²

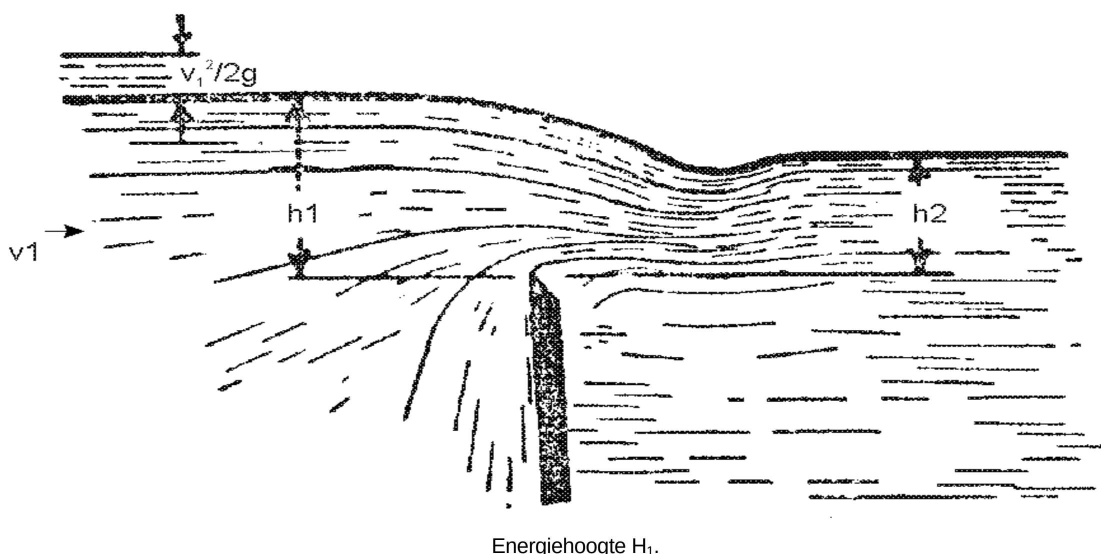
C_D afvoercoëfficiënt = 1,15

H_1 energiehoogte t.o.v. kruin eerste overlaat (m)

$$H_1 = h_1 + v_1^2 / 2g$$

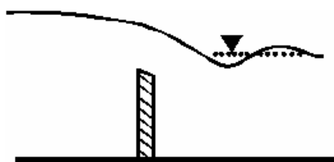
met : h_1 = overstorthoogte t.o.v. kruin

v_1 = aanstroomsnelheid in de meetraai (m/s)



Energiehoogte H_1.

Bij een onvolkomen overlaat ontstaan staande golven afwaarts de overlaat. De golflengte en amplitude van deze golven dalen bij hogere verdrinkingsgraad.



Staande golven bij onvolkomen overlaat.

Boiten toont bovendien aan dat er een nagenoeg vaste relatie bestaat tussen de energiehoogte H_1 en de gemiddelde waterhoogte h_c recht boven de kruin van een willekeurige overlaat in de vistrap.

$$h_c = 0{,}84 H_1 \quad (8)$$

Hiermee kan tenslotte de gemiddelde snelheid v_k boven de overlaat bepaald worden :

$$v_k = Q_s / \tan(\alpha / 2) h_c^2 \quad (9)$$

Door Boiten konden uit de experimenten uitgevoerd op het schaalmodel van een scherpkantige houten overlaat volgende vuistregels afgeleid worden voor de stroomsnelheden in verschillende punten boven de overlaat :

$$v' = 1{,}11 \quad v_k \quad (10)$$

$$v'' = 1{,}22 \quad v_k \qquad (11)$$

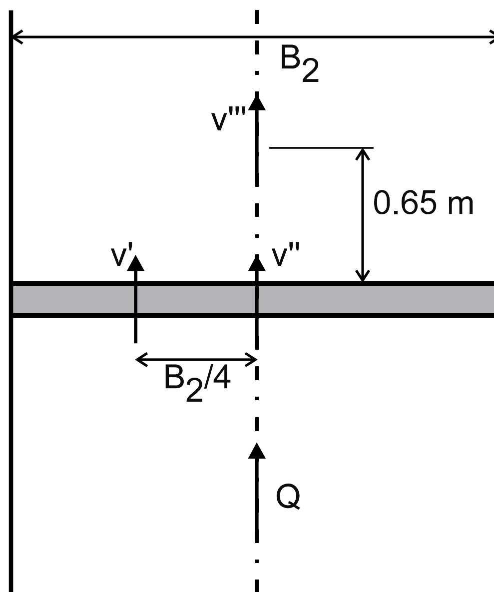
$$v''' = 1{,}50 \quad v_k \qquad (12)$$

met :

v' hoogste snelheid boven de kruin op 1/4 uit het midden. Bij symmetrische overlaten is de waterhoogte op die plaats de helft van de waterhoogte in de as.

v'' hoogste snelheid boven de kruin (as).

v''' hoogste snelheid 0.65m stroomafwaarts de kruin (as)



Berekende snelheden nabij de overlaat (uit [11]).

Waar v', v'' en v''' in werkelijkheid optreden verticaal gezien, wordt weergegeven in de snelheidsverticalen in figuur 37. Wat de verhouding is tussen de berekende gemiddelde snelheid v_k en de snelheden die optreden in verschillende punten in de dwarsdoorsnede van de stroomvoerende sectie boven de overlaat, wordt gegeven in figuur 38. We kunnen duidelijk zien dat de maximale snelheden optreden niet aan de waterspiegel (wat normaal het geval is voor stroming in rivieren en kanalen), maar juist boven de kruin van de overlaat. Bovendien stellen we vast dat over 70% van de breedte B_2, de snelheden juist boven die kruin groter zijn dan de berekende gemiddelde snelheid v_k. Dit betekent in concreto dat voor een V-vormige overlaat met $\tan(\alpha / 2) = 7$ en $h_c = 0{,}60\text{m}$ (en dus B = 8,40m) de vissen aan de twee randen van de overlaat een zone zullen ontmoeten van 1,26m breed en een maximale waterhoogte van 0,18m waar de stroomsnelheden lager zijn dan v_k.

5. 3 Bespreking resultaten

In een deskstudie door het WL uitgevoerd in februari 1997 [16], werden op basis van de formules (3) tot (12) berekeningen uitgevoerd voor verschillende waarden van α, β, b, P en v. Deze berekeningen gebeurden op iteratieve wijze, want om v_1 te kunnen bepalen is h_1 nodig, zodat het noodzakelijk was te werken met schattingen van v_1 om de berekeningen te kunnen beginnen. Er konden volgende besluiten getrokken worden :

* De waterhoogte h_c en de gemiddelde stroomsnelheid v_k boven de kruin van een overlaat worden nauwelijks beïnvloed door variërende afmetingen voor de breedte b (6m, 8m en 10m) en de apex P (0.6m , 0.8m en 1.0m) van de vistrap.

* Een asymmetrische overlaat ($\tan(\alpha/2) = 5$ en $\tan(\beta/2) = 7$) geeft hogere snelheden dan een symmetrische ($\tan(\alpha/2) = \tan(\beta/2) = 7$).

* De energiehoogte H_1 wordt nauwelijks beïnvloed door de aanstroomsnelheid v_1, wat betekent dat $H_1 \approx h_1$; hiervoor dient uiteraard wel de energiedemping voldoende groot te zijn zoals werd aangegeven door Boiten en Verhoeven.

Het dimensioneren kan dus gebeuren op basis van volgende drie formules :

$$Q_s = \psi \left(\frac{4}{5}\right)^{5/2} \left(\frac{g}{2}\right)^{1/2} \tan(\alpha/2) C_D h_1^{2.5} \qquad (13)$$

$$h_c = 0{,}84\, h_1 \qquad (14)$$

$$\Delta h = (1 - v) h_1 \qquad (15)$$

waarna de snelheden kunnen berekend worden met de formules (9) tot (12)

Deze formules werden tenslotte uitgewerkt in de tabellen 10 en 11.

tabel 10 : $h_c, h_1, Q_s, v_k = \text{functie}\,(\Delta h, v)$

tabel 11 :

$$v_k = \text{functie}\ (Q_s, v)$$
$$h_c = \text{functie}\ (Q_s, v)$$
$$\Delta h = \text{functie}\ (Q_s, v)$$

Deze tabellen zijn algemeen toepasbaar bij het dimensioneren van een willekeurige vistrap, vooropgesteld dat de snelheden boven de kruin van een breukstenen overlaat niet te veel afwijken van een houten scherpkantige overlaat.

5. 4 Ontwerptabellen voor de drie stuwen op de Bovenschelde.

Ook al weten we nog niet welk debiet over de vistrappen vereist is voor het creëren van een efficiënte lokstroom, toch kunnen we enkele tabellen opstellen die handig kunnen zijn bij het dimensioneren van de vistrappen.

Vermits het verval ΔH van elke stuw gekend is, kunnen we uit de relatie $\frac{\Delta H}{\Delta h}$ het aantal trappen n bepalen dat nodig zal zijn voor elk van de drie vistrappen. (want Δh zal volgen uit het vereiste debiet Q_s en uit de verdrinkingsgraad ν die we aanhouden).

Verder volgt uit de onteigeningsplans welke totale lengte L_{Tot} beschikbaar is voor de drie vistrappen. Uit de relatie $\frac{L_{Tot}}{n}$ volgt dan de afstand L tussen de overlaten in de vistrap. We weten dat deze afstand groot genoeg moet zijn om voldoende energiedemping te bekomen, en dat deze functie is van het vistrapdebiet (zie tabel paragraaf 2.3).

De keuze van de verdrinkingsgraad ν (en dus van Δh vermits Q_s een vast gegeven is) zal dus naar boven toe begrensd worden door de te respecteren afstand L. We weten immers inmiddels dat hoe groter ν, hoe kleiner Δh bij de vereiste Q_s en dus hoe groter n en tot slot hoe kleiner L.

We hebben :

1. Asper	$\Delta H = 2{,}64m$
	$L_{Tot} = 200m$
2. Oudenaarde	$\Delta H = 1{,}86m$
	$L_{Tot} = 160m$
3. Kerkhove	$\Delta H = 1{,}35m$
	$L_{Tot} = 150m$

L_{Tot} werd voor de drie stuwen afgemeten binnen de onteigeningszones, rekening houdend met het feit dat de vistrap ter hoogte van het maaiveld een breedte bereikt van wel 25m, en rekening houdend met een maximale turbulentiezone van 50m.

In tabel 12 worden nu voor elke nieuwe stuw n en L gegeven in functie van het trapverschil Δh. Deze tabel laat toe om, eens bekend is wat Q_s en ν zouden moeten worden, onmiddellijk te bepalen of aan de eisen van L kan voldaan worden en of het aantal overlaten wel realistisch is.

6. ONDERZOEK NAAR DE LOKSTROOM VIA SCHAALMODEL

6. 1 Inleiding

Reeds in december 1996 werd aangevangen met de bouw van een schaalmodel. Het zou volledig operationeel worden op 1 juli 1997.

Zoals vermeld is het voornaamste doel van de modelstudie het opmeten van de turbulentiezone en nagaan op welke manier een lokstroom kan gecreëerd worden. Omdat het definiëren van de migratielimietlijn als die plaats waar de snelheid nog 1m/s bedraagt als vrij onzeker wordt beschouwd, wordt er beslist om in elk geval een poging te wagen of jonge vissen gedurende enkele weken zouden overleven in het water voor de schaalmodellen.

Het onderzoek verloopt daarom in volgende fasen :

1. Het opmeten van de turbulentiezone bij verschillend debiet over de stuw in het bereik 0-100m^3/s;

2. Nagaan of jonge vissen voldoende lang overleven in het water voor de schaalmodellen;

3. Inbouwen van verschillende ingangsconstructies voor een vispassage en met verschillend debiet over deze vispassage. Onderzoeken hoe de jonge vissen hierop reageren, volgende zaken worden achtereenvolgens ingebouwd :

   a) de drie laagste overlaten van een vistrap in combinatie met een terugwijkende rivieroever.

   b) de drie laagste overlaten van een vistrap in combinatie met een strekdam haaks op de rivieras.

   c) de laatste meters van een nevengeul in combinatie met een strekdam haaks op de rivieras.

   d) de drie laagste overlaten van een vistrap in combinatie met een strekdam haaks op de rivieras en een toevoerbuis uitmondend in de vistrap juist voor de strekdam.

6. 2 Het schaalmodel

Om het opmeten van de turbulentie zone mogelijk te maken was het noodzakelijk de nieuwe segmentstuw met bovenstaande klep nauwkeurig na te maken ; verder diende er ook een voldoende groot stuk van het afwaarts pand voorzien te worden om de kans te geven aan de turbulentiezone om zich normaal te ontwikkelen en om de vissen de mogelijkheid te bieden tegen de stroming in te kunnen zwemmen in hun zoektocht naar de ingangsconstructie van de vispassage.

Vermits we in de Bovenschelde een stroming hebben onder vrij wateroppervlak welke hydraulisch volkomen turbulent is (hiermee wordt microturbulentie bedoeld die wordt gekenmerkt door een veel kleinere tijdsbasis dan de turbulentie veroorzaakt door het overstromend debiet van de stuw), betekent dit dat we dynamische gelijkvormigheid van deze stroming bekomen indien we een Froude-schaalmodel bouwen. Voor dergelijk schaalmodel is volgende wetmatigheid van toepassing :

$$\alpha_U = \sqrt{\alpha_h} \tag{16}$$

met :

α_U : snelheidsschaal

α_h : verticale schaal

Hiervoor dient wel voldaan te worden aan volgende voorwaarde zodat ook in het schaalmodel een hydraulisch volkomen turbulente stroming bekomen wordt :

$$\alpha_B \leq 5{,}65.10^{-3}\left(R_{e_{natuur}}\right)^{2/3}\left(\frac{k}{h}\right)_{natuur}^{7/9} n^{10/3} \tag{17}$$

waarin

$$R_e = \frac{4\rho\, Uh}{\eta} \tag{18}$$

$$C = 18\log\left(\frac{12{,}2h}{k}\right) \tag{19}$$

$$n = \alpha_\beta / \alpha_h \tag{20}$$

met :

	α_β	horizontale schaal
	R_e	Reynoldsgetal
	k	ruwheid van de bodem (in m)
	h	gemiddelde waterdiepte van de stroming (in m)

n	distorsie van het schaalmodel
ρ	massa-volume van water (in kg/m³)
U	gemiddelde stroomsnelheid (in m/s)
η	dynamische viscositeit water (in kg/m/s)
C	wrijvingscoëfficiënt Chezy (in $m^{0,5}/s$)

We hebben volgende waarden voor de Bovenschelde te Asper :

h = 3,5m

U = 0,5m/s

ρ = 1.000 kg/m³

η = 1.10^{-6} kg/m.s

C = 65 $m^{0.5}/s$ (zie [17] waar een waarde van 60 à 70 wordt aangehouden)

k = 0,0105 m

α_B = α_h : distorsie in het schaalmodel kan niet toegepast worden omdat de turbulentiezone van de stuw uit complexe driedimensionele stromingen bestaat.

n = 1

De voorwaarde (17) wordt bijgevolg :

$$\alpha_B \leq 5{,}65.10^{-3}\left(\frac{4.1000\,.\,0{,}5\,.\,3{,}5}{1.10^{-6}}\right)^{2/3}\left(\frac{0{,}0105}{3{,}5}\right)^{7/9}$$

$$\alpha_B \leq 225$$

Het schept dus geen probleem om voor het schaalmodel afmetingen te kiezen die tien maal kleiner zijn dan in werkelijkheid.

Voor een Froude-model geldt verder :

$$\text{debietsschaal : } \alpha_Q = \alpha_U.\alpha_B.\alpha_h \qquad (21)$$

zodat we uiteindelijk krijgen :

$$\alpha_B = \alpha_h = 10 \qquad (22)$$

$$\alpha_U = 3{,}16 \quad (23)$$

$$\alpha_Q = 316 \quad (24)$$

Voor een debiet van 100m³/s is er dus een pompcapaciteit nodig van 316 l/s, wat nog net realiseerbaar is in hal 4 van het WL.

Er dient wel nog rekening gehouden te worden met volgende beperkingen op het model-onderzoek :

* het overstromend debiet over de bovenstaande klep veroorzaakt in het eerste deel van de turbulentiezone in het afwaarts pand een intense lucht-watermengeling; deze mengeling kan in een waterdiepte van 35cm niet dynamisch gelijkvormig worden gebracht ten opzichte van de werkelijke waterdiepte van 3,50m; dit is te verklaren door het feit dat in het schaalmodel in een 10 maal kleinere waterdiepte een 316 maal kleiner debiet overstort; daarom werd er ter controle in het najaar van 1997 een meetcampagne opgezet aan de stuw te Asper om er de turbulentiezone in situ op te meten (bij hopelijk voldoende neerslag);

* voor het ontwerpen van een ingangsconstructie voor de vispassage worden o.a. de drie laagste overlaten van een vistrap ingebouwd; we weten dat in werkelijkheid de waterhoogte boven de kruin van deze overlaten varieert tussen 30cm à 60cm, in het schaalmodel wordt dit dus 3cm à 6cm; op zulk een waterhoogte zijn er nadelige schaaleffecten door de oppervlaktespanning van het water : het debiet over deze overlaten is wel juist maar de stroomsnelheid vertoont te grote afwijkingen ten opzichte van de werkelijkheid, voor het onderzoek van de lokstroom schept dit echter geen belang vermits uitsluitend het debiet van belang is.

In figuren 39 en 40 worden tenslotte de plannen gegeven van het schaalmodel zoals het werd gebouwd voor het begin van de eerste proeven.

In figuren 41 en 42 ziet men het ontwerp van de stuw zoals die werd aangepast voor het schaalmodel.

6. 3 Het opmeten van de turbulentiezone

6. 3.1 Bepaling Q-h relatie bovenstaande klep van de nieuwe stuw te Asper.

Met deze relatie wordt het verband bedoeld tussen het overstromend debiet over de bovenstaande klep en de waterhoogte erboven op hetzelfde ogenblik. Om de dynamische gelijkvormigheid van de overstromende straal water te kunnen garanderen, zodat niet nog meer afwijkingen zouden optreden op de turbulentiezone (naast het niet volkomen dynamisch gelijkvormig zijn van de lucht-water mengeling), is ervoor gezorgd om de bovenstaande klep zo nauwkeurig mogelijk na te bouwen.

De proeven werden zo uitgevoerd dat een bepaald debiet werd ingesteld en vervolgens werd de bovenstaande klep in dergelijke positie gemaneuvreerd dat in het opwaarts pand het streefpeil van 8,25m TAW werd bereikt. Het is belangrijk dit op te merken want in principe is het mogelijk door de beweegbaarheid van de bovenstaande klep, voor elke stand ervan een Q-h relatie te bepalen (figuur 43). Door te werk te gaan volgens bovenvermelde wijze pikken we uit elke Q-h relatie die overeenstemt met een bepaalde stand van de klep, dat debiet waarmee de overstorthoogte zo is dat het streefpeil in het opwaartse pand bekomen wordt. Dit geeft een nieuwe Q-h relatie die onafhankelijk is van de stand van de klep, maar wel van het streefpeil 8,25m TAW.

Uit de proeven volgen de resultaten :

Q (m^3/s)	h (m)
2,5m^3/s	0,247m
3,5m^3/s	0,336m
5,0m^3/s	0,490m
7,0m^3/s	0,573m
8,5m^3/s	0,626m
13,5m^3/s	0,849m
15,4m^3/s	0,878m

Q-h relatie voor één stuwopening te Asper.

We merken op dat als het debiet in de stuwgeul groter wordt dan 30,8m^3/s, dat dan de bovenstaande kleppen in de twee stuwopeningen niet meer in staat zijn om dit debiet af te voeren zonder dat het streefpeil in het opwaarts pand wordt overschreden.

Het stuwtype te Asper, nl. segmentstuw met bovenstaande klep, werd reeds in 1990-1991 gebouwd op de Leie te Menen met identiek dezelfde afmetingen. Ter controle worden daarom de waterstanden en het debiet te Menen opgezocht met het doel een Q-h relatie te bepalen in situ die kan vergeleken worden met de bovenstaande Q-h relatie voor het schaalmodel.

Er doen zich evenwel problemen voor : de waterstanden te Menen zijn gekend, maar het debiet is echter alleen gekend te Sint Baafs-Vijve (figuur 44). Dit betekent dat :

* debiet en waterstanden zijn genomen op verschillende plaatsen;
* debiet en waterstanden zijn genomen op verschillende tijdstippen;
* een debiet te Menen moet dus een zekere tijd en afstand overbruggen vooraleer het kan optreden te Sint Baafs-Vijve.

Dit heeft voor gevolg dat, alleen wanneer de afvoer in de Leie gedurende voldoende lange tijd constant blijft, een eenduidige Q-h relatie voor de stuw te Menen kan bepaald worden.

In tabel 13 worden alle meetgegevens verzameld die werden geregistreerd aan de stuwen zelf tussen 1 november 1991 en 17 december 1995. Voor het bepalen van de Q-h relatie in situ zijn een aanzienlijk aantal van de waarnemingen geëlimineerd omdat zij om diverse redenen niet konden gehanteerd worden :

* gegevens niet leesbaar;

* door werkzaamheden werden geen overstorthoogtes geregistreerd;

* geen debiet bekend;

* enkel de waarnemingen waarbij 2 stuwopeningen werkzaam waren, werden weerhouden;

* bij zeer laag debiet toch grote overstorthoogtes, wat onmogelijk is.

De gegevens die uiteindelijk voldoende betrouwbaar zijn gebleken, worden grafisch voorgesteld in figuur 45. We zien duidelijk dat door het verschil in tijd en plaats tussen waargenomen debiet en overstorthoogten, er een belangrijke spreiding in de resultaten optreedt, maar dat er wel een duidelijke regressie mogelijk is.

Door het debiet te St. Baafs-Vijve te halveren bekomen we waarnemingen door één stuwopening. Deze nieuwe resultaten worden samen met de resultaten van het schaalmodel voorgesteld in figuur 46 en voor de beide wordt eveneens de best passende derdegraadspolynoom weergegeven. We zien duidelijk dat voor het bereik van 5m³/s tot 20m³/s de beide polynomen volkomen gelijkvormig zijn. Er is wel een translatie tussen beide krommen die te maken heeft met het feit dat het debiet te Menen slechts 80% van dit te St. Baafs-Vijve is en dit om twee redenen (figuur 44):

1. het hydrografische bekken van de Leie tot aan Menen is slechts 90% van het hydrografisch bekken van de Leie tot aan St. Baafs-Vijve;

2. tussen Menen en St. Baafs-Vijve monden nog twee kanalen in de Leie uit : het kanaal Roeselare-Leie en het kanaal Kortrijk-Bossuit.

In het bereik 0m³/s tot 5m³/s zijn er grote afwijkingen in de natuurresultaten, waardoor de overeenkomst met de resultaten van het schaalmodel verloren gaat. Dit was evenwel te verwachten want een klein debiet heeft dikwijls te maken met de automatische sturing van de stuwen waardoor deze dikwijls vrij vlug reageren op een lokaal overschrijden van het streefpeil in het opwaarts pand (kleine wasgolven die zich verplaatsen), zonder dat het overstromend debiet aan de afwaarts liggende stuwen eveneens een overschrijden van het waterpeil veroorzaakt.

De derdegraadspolynoom voor de waarnemingen te Menen is in het bereik 0-5m³/s, m.a.w. niet betrouwbaar en kan dus niet vergeleken worden met de waarnemingen van het fysisch model. De waarnemingen in het bereik 5-20m³/s laten ons toe af te leiden dat de Q-h kromme van het fysisch model volstrekt betrouwbaar is.

BESLUIT :

De Q-h kromme voor de bovenstaande klep van de stuw in het schaalmodel, die wordt weergegeven in figuur 47, vertoont geen schaaleffecten en is met een marge van ±5% nauwkeurig (dit is de grootte-orde van de fout op de vormafmetingen van de bovenstaande klep die even grote fouten zal veroorzaken in het meten van de stand van de bovenstaande klep in het schaalmodel). Dit laat toe om te besluiten dat de overstromende straal water geen afwijkingen zal veroorzaken in de grootte van de turbulentiezone.

6. 3.2 Bespreking resultaten van de opmeting van de turbulentiezone.

Uit de visuele waarneming van de turbulentiezone blijkt, zowel in schaalmodel als in situ te Asper dat het vastleggen van de migratielimietlijn op de grens van 1m/s niet toelaat om te bepalen waar de ingang van een vispassage het best zou gelegen zijn. Dit wordt duidelijk aan de hand van de principeschets in figuur 48.

We kunnen het stromingspatroon afwaarts van de stuw in drie stukken opdelen :

Zone I : door de overstromende straal ontstaat hier een intense lucht-water mengeling met grote stroomsnelheden waarin geen vissen zullen terug te vinden zijn; tussen de overstromende straal en de stuw zelf ontstaat een horizontale neer met eveneens hoge snelheden; onder deze neer komt evenwel een luwte voor;

Zone II het overstromend water komt hier weer aan de oppervlakte en de energie ervan wordt gedempt; de luchtbellen verdwijnen geleidelijk; de stroomsnelheden fluctueren sterk in deze zone en komen uit alle richtingen; de grootte ervan is echter niet noodzakelijk groter of gelijk aan 1m/s, maar hun gemiddelde waarde wordt alleen bepaald door de grootte van het overstromend debiet.

Zone III de energie van de overstromende watermassa is hier volledig gedempt en de luchtbellen zijn min of meer verdwenen, de stroming is nu mooi verdeeld over de breedte van de rivier met de kleinste stroomsnelheid nabij de oevers vanwege de grotere bodemwrijving; ook hier wordt de grootte van de gemiddelde stroomsnelheid alleen bepaald door de grootte van het debiet.

Het is duidelijk dat de ingang van de vispassage ergens in zone II of III zal gesitueerd moeten worden of op de scheiding ervan. Om nu de grenzen van deze zones te kunnen lokaliseren in functie van het overstromend debiet, werd gebruik gemaakt van drie technieken om dit te kunnen visualiseren :

* op een groot aantal metalen staafjes, verspreid over de turbulentiezone, werden gelijkmatig verdeeld over de hoogte van elke staaf wollen draden vastgemaakt (figuur 49); door de beweging van deze draden te volgen is het mogelijk de grens tussen de zone II en III te definiëren;

* met het blote oog kon makkelijk vastgesteld worden tot waar zich draaikolken voordeden.

* door de beweging met reflecterende vlotters gedurende 5 seconden fotografisch vast te leggen konden zowel de grens tussen zone I en zone II als tussen zone II en zone III gedefinieerd worden; voor de grens I/II kon geen gebruik gemaakt worden van de optredende lucht-water mengeling omdat deze in het schaalmodel veel kleiner is dan in werkelijkheid, daar waar echter de luchtbellen normaal ontstaan is de stroomsnelheid zo groot dat de vlotters al verdwenen zijn vooraleer men de kans krijgt om een foto-opname te maken; dit kon wel gebruikt worden voor de grens I/II; voor de grens II/III is makkelijk te zien wanneer de stroombanen van de vlotters van zeer grillig naar een min of meer rechtlijnig overgaan.

Voor het lokaliseren van deze grenzen werden afwaarts van de stuw om de 4m natuur draden gespannen zodat eenvoudig kon gevisualiseerd worden in welke strook de hierboven beschreven fenomenen plaatsvonden. deze draden vallen duidelijk op in de foto's van de figuren 50 tot 58.

De uiteindelijke resultaten worden in onderstaande tabellen samengevat. Zij zijn steeds geldig voor een debiet verdeeld over twee stuwopeningen.

Debiet (m^3/s)	Resultaat op foto (m)
5	0
17	8
27	12
40	12
50	12
60	12
80	--

Grens tussen zone I en zone II.

Debiet (m^3/s)	**wollen draden (m)**	**draaikolken (m)**	**resultaat op foto (m)**	**gemiddelde (m)**
5	14	12	16	14
17	20	20	20	20
27	20	24	24	23
40	28	--	28	28
50	28	--	28	28
60	32	--	30	31
80	35	--	32	34

Grens tussen zone II en zone III.

We stellen vast dat bij een debiet tussen 30,8m^3/s en 80m^3/s in het schaalmodel geen draaikolken meer onderscheiden kunnen worden. Dit komt doordat het passerend debiet nu zowel over de bovenstaande klep stort als via onderstromingen haar weg zoekt. Dit gedeelte onderstroming zorgt ervoor dat in de overgangszone II een sterkere horizontale rechtdoorgaande component ontstaat in het gedeelte waar de stroomsnelheden nog sterk fluctueren.

Bij een debiet vanaf ongeveer 80m³/s is het stromingspatroon niet meer zoals aangegeven in figuur 48 omdat elk groter debiet uitsluitend via onderstroming de stuw passeert. De stroming in overgangszone II zal nu nog sterker horizontaal rechtdoor gaan en verder afwaarts ontstaan staande golven. Bovendien is de lucht-water-mengeling veel minder intens bij onderstroming. Dit laatste werd duidelijk vastgesteld bij de metingen in situ.

BESLUIT :

Voor het meest voorkomend debiet, nl. 20m³/s, kunnen we afleiden dat de grens tussen zone I en II 9m bedraagt en voor de grens tussen de zone II en III 21m.

Bovendien blijkt voor het bereik 10-30m³/s, dat 57% van de waarnemingen dekt en waartoe enkel een debiet behort dat uitsluitend overstorting over de bovenstaande klep genereren, dat de grens tussen zone II en III zich slechts over 5m à 8m verplaatst. Dit betekent dat de ingang van de vistrap, die op zich enige meters breed is, voor dit bereik van debiet weinig hinder zal ondervinden van een verandering in het optredend debiet.

In eerste instantie kan dus besloten worden dat de ingang van de vistrap ergens tussen 12m (groter dan grens I/II bij 30m³/s) en 17m (kleiner dan grens II/III bij 10m³/s) afwaarts van de stuw zal liggen. Dit is het midden van overgangszone II bij een debiet van 20m³/s.

6. 3.3 Vergelijking met metingen in situ aan de stuw te Asper.

Door het feit dat het niet dynamisch gelijkvormig zijn van de lucht-water mengeling in de zone I, een niet te verwaarlozen effect betekent, werd ter controle aan de stuw te Asper, een meetcampagne opgezet met het doel in situ de grens tussen zone II en III te kunnen vaststellen. Deze campagne werd uitgevoerd in het najaar wanneer er genoeg neerslag was om toch een voldoende aantal metingen te verrichten.

De resultaten van deze waarnemingen worden weergegeven in tabel 14. Zij worden grafisch voorgesteld in figuur 57 waarbij de lengte van de turbulentiezone met 18/25sten werd vermenigvuldigd om rekening te houden met het feit dat de nieuwe stuwopening 25m breed is, tegenover 18m voor de oude stuw waar de metingen werden verricht . Uit figuur 57 valt duidelijk op te maken dat de vorm van de turbulentiezone sterk verschilt als het debiet eveneens via onderstroming passeert en niet alleen via de bovenstaande klep. De grens tussen zone I en II vervaagt omdat de lucht-water mengeling veel minder intens is. Er ontstaat ook veel meer golfwerking.

Uit figuur 57 wordt het debiet, dat uitsluitend via de bovenstaande klep passeert, geselecteerd en opnieuw grafisch voorgesteld. We zien dat het maximum debiet van de bovenstaande klep nu 17,5m³/s bedraagt tegenover 30,8m³/s voor de nieuwe stuw met twee stuw-openingen. Rekening houdend met het feit dat de breedte van de bovenstaande klep van de oude stuw slechts 10,4m bedraagt, tegenover 20,6m voor de twee bovenstaande kleppen van de nieuwe stuw, kunnen we afleiden dat de beide stuwtypes een overeenstemmend maximumdebiet voor de bovenstaande klep(pen) hebben.

Dit betekent dat de reductie van de grootte van de turbulentiezone voor de oude stuw met 18/25sten een betrouwbaar middel is om het debiet te Asper in figuur 58 rechtstreeks te vergelijken met het debiet van het schaalmodel in de tabel 'grens tussen zone II en zone III' van vorige paragraaf.

Uit de waarnemingen in figuur 58 blijkt er een zeer grote spreiding te zitten in de resultaten. Er blijkt dus nogmaals dat het vaststellen van het einde van de turbulentiezone voor interpretatie vatbaar is en bijgevolg een moeilijke aangelegenheid. Wanneer we ons houden aan de regressierechte voor de waarnemingen te Asper, dan krijgen we volgende vergelijkende tabel :

Debiet (m^3/s)	Grootte turbulentie in schaalmodel (m)	Grootte turbulentie te Asper (m)
5	14	11
11	17	24
17	20	37
27	23	30 (reeds onderstroming)

Vergelijking turbulentiezone in schaalmodel met metingen in situ.

We stellen vast dat in situ grotere waarden gevonden worden dan in het schaalmodel. De metingen in situ doen ons besluiten dat de overgangszone II in natuur groter zal zijn en eerder moet geschat worden om tussen 25m en 35m afwaarts van de stuw te liggen bij een debiet gaande van 10m³/s à 30m³/s i.p.v. de 15m à 25m in het schaalmodel.

BESLUIT :

Het lijkt het best om de ingang van de vispassage te lokaliseren tussen 20m à 30m afwaarts van de stuw. Dit is in elk geval een stuk minder dan de 50m die aanvankelijk was gesteld.

6. 4 Hanteren van vissen in het schaalmodel.

6. 4.1 Inleiding

In de maand juli van 1997 werden een dertigtal jonge vissen in het schaalmodel uitgezet door het IBW (figuur 112) :

* beekforel (5cm à 6cm);
* winde (5cm à 6cm);
* riviergrondel (5cm à 6cm);

∗ rietvoorn (2cm à 3cm).

Er kon vastgesteld worden dat zij probleemloos konden overleven in het water gebruikt voor de schaalmodellen en gedurende twee weken de wil hadden om, tegen de stroming in, tot aan de stuw op te zwemmen. Vanaf de derde week vertoonden zij sterk afnemende activiteit, voornamelijk door het gebrek aan voeding. De vissen werden daarop opnieuw gevangen en terug overhandigd aan het IBW.

Gezien het succes van deze eerste proef, werd er beslist om het gebruik van vissen te herhalen om de vier alternatieven voorgesteld in paragraaf 6.1; te kunnen onderzoeken. Hiervoor was het noodzakelijk om tot tweemaal toe een lading vissen aan te brengen, dit gebeurde van half augustus tot eind september :

Eerste lading :	30 beekforellen	(7cm à 9cm)
	100 windes	(6cm à 7cm)
	200 rietvoorns	(3cm à 4cm)
Tweede lading	100 windes	(6cm à 7cm)
	100 rietvoorns	(3cm à 4cm)
	10 riviergrondels	(8cm à 10cm)

Gedurende de uiteindelijke proeven zelf bleken alle beekforellen en riviergrondels migratiegedrag te vertonen. Hiermee wordt bedoeld dat zij tegen de stroming in zwommen en pogingen ondernamen om voorbij de turbulentiezone te geraken. Voor wat betreft de windes en rietvoorns bleek slechts 20% dit gedrag te vertonen. De overige 80% bleef onverschillig rondzwemmen in het meest verwijderde deel van het afwaarts pand. Vermits deze soorten echter de grootste groep uitmaakten betekende dit toch dat 40 à 60 individuen pogingen ondernamen om tegen de stroming in te zwemmen.

Uit de eerste ervaring met vissen in juli kan alvast volgende informatie gehaald worden. Zoals werd vermoed hielden de vissen zich niet op in de zone I van de turbulentiezone indien het overstromend debiet op 20m³/s werd ingesteld, vanwege de intense lucht-water mengeling. Sommige riviergrondels en windes slaagden er evenwel in om via het kalmere water lang de oevers tot in de luwe zone, juist onder de segmentstuw, te geraken en bleven zich daar schuilhouden. De beekforellen, rietvoorns en de rest van de windes en grondels hielden zich verspreid over de overgangszone II van de turbulentiezone, waar zij doelloos rondzwommen. Vermoedelijk konden zij zich niet oriënteren door de stroming die vanuit alle richtingen komt in deze zone zonder er evenwel hoge stroomsnelheden te bereiken. Wanneer het debiet werd opgedreven tot wanneer ook onderstroming optrad, konden de vissen duidelijk de stroomrichting terugvinden (i.e. zij blijven met gestrekt lichaam gedurende lange tijd op dezelfde plaats hangen), maar hielden zich nog steeds verspreid op over de overgangszone II.

Daarom werd beslist om bij de proeven voor de lokstroom de ingang te plaatsen midden in de overgangszone II die overeenstemt met het bereik van debiet van 10-20m³/s bij een in te stellen debiet over de stuw van 20m³/s. In concreto betekent dit 20m afwaarts van de stuw gezien de breedte van enkele meter van de ingang.

6. 4.2 Ecologie van de gehanteerde vissoorten.

De beekforel *(Salmo trutta fario).*

De beekforel is een inheemse standvis uit voornamelijk snelstromende waterlopen (de forel- en vlagzalmzone) maar die tevens kan voorkomen in traag stromende rivieren, meren en brakwatergebieden. Omwille van zijn betere zwemcapaciteiten werd voor deze soort geopteerd bij het uitvoeren van de gevoerde experimenten. In het Vlaamse Gewest is deze soort zeer zeldzaam geworden omwille van de hoge milieueisen die deze vis aan zijn omgeving stelt : vooral de temperatuur (max. 20°C) en de zuurstofconcentratie (min. 7mg/l) zijn limiterende factoren voor het al dan niet voorkomen van beekforel. De beekforel paait in de winter, van november tot januari bij een watertemperatuur van 3°C à 9°C. Als paaisubstraat is een grind bed noodzakelijk. De vissen leven solitair en vertonen een territoriumgedrag. Het dieet van de jonge vissen bestaat uit ongewervelden. De volwassen dieren voeden zich ook met vis. In stromende wateren op het vasteland in Europa worden zij zelden groter dan 40cm.

De winde *(Leuciscus idus)*

De winde is een karperachtige die er uitziet als een typische “witvis”. Hij wordt vrij groot (tot 80cm) maar exemplaren boven de 60cm zijn toch zeldzaam. De winde komt bij ons vrij algemeen maar meestal in beperkte aantallen voor. Veel talrijker is hij in de noordoostelijker gebieden van zijn verspreidingsareaal diep in Rusland. Hij komt bij ons zowel voor in stromend als stilstaand water waar hij zich zowel in de bovenste als de diepere lagen ophoudt. Zijn voedsel bestaat vooral uit ongewervelden en wat plantaardig materiaal. Grotere exemplaren eten ook broed en kleine vissen.

Dat de windestand hier de laatste decennia sterk is teruggelopen, heeft hoogstwaarschijnlijk te maken met de watervervuiling en het onbereikbaar worden van de paaigronden door normalisatie en regulatie van de waterlopen. Deze paaigronden bevinden zich meestal verder stroomopwaarts dan de trajecten waar de adulte dieren zich tijdens de winter en herfst ophouden. In het voorjaar trekt te winde daarom stroomopwaarts. De paaitijd loopt van maart tot eind mei - begin juni. Windes paaien in scholen in ondiep water (0,5m à 1,5m) meestal dicht bij oevers. De eitjes worden afgezet op stenen en waterplanten bij mooi weer wanneer de watertemperatuur zo’n 7°C à 10°C bedraagt. In het najaar trekken de adulten zowel als de jonge individuen terug stroomafwaarts waar zij de winter doorbrengen in scholen in de diepere watergedeelten. De winde werd weerhouden als proefdier voor dit experiment omwille van het feit dat hij onder natuurlijke omstandigheden migratiegedrag vertoont en dus over de vereiste zwemcapaciteiten hiervoor be-

schikt. Tevens is hij een typische vertegenwoordiger van de “witvissen” die een belangrijke groep binnen de inheemse visfauna vormen.

De riviergrondel *(Gobio gobio)*

De riviergrondel behoort tot de familie van de Karperachtigen. Het is een inheemse scholenvis die op de bodem leeft. Zeer algemeen voorkomend, zowel in snelstromende (tot vlagzalmzone) als in stilstaande wateren. Leeft voornamelijk van organismen die op de bodem leven : kreeftachtigen, slakken, mosseltjes en insectenlarven aangevuld met detritus en algen. Grondels zijn vrij resistent tegen vervuiling en lage zuurstofconcentraties en kunnen gemakkelijk hoge temperaturen verdragen. De maximale lengte wordt op zo’n 20cm geschat. De paaiperiode spreidt zich over de maanden april, mei en juni. Net voor de paaiperiode zoeken zij de paaigronden op. Deze bevinden zich in ondiep, stromend, zuurstofrijk water met een zandige of stenige bodem. De eitjes worden afgezet op waterplanten of stenen. het behoud van de paaibiotopen en het in stand houden van de bereikbaarheid ervan zijn essentieel voor het verdere behoud van deze soort.

De rietvoorn *(Scardinius erythrophtalmus)*

De rietvoorn is een typische witvissoort met een zeer groot verspreidingsareaal, die bij voorkeur leeft in traag stromende of stilstaande waters met veel waterplanten. Hij houdt zich vooral op in de ondiepe watergedeelten. Zijn dieet bestaat uit algen, hogere planten, insectenlarven en andere kleine dierlijke prooien.

Bij ons is de densiteit van de rietvoornpopulaties echter laag (Vlaanderen) tot zeer laag (Wallonië). De sterke vervuiling van de oppervlaktewaters maar ook het verdwijnen van de hogere waterplantenvegetatie en de typische rietvoornbiotopen zijn hiervan de hoofdoorzaken.

In tegenstelling tot de meeste andere van de bij ons voorkomende zoetwatervissen houdt de rietvoorn zich het hele jaar door op in de buurt van de paaigronden. De rietvoorn zet zijn eitjes af bij een watertemperatuur boven 15°C gedurende de maanden mei tot juli en kan tijdens één seizoen verschillende keren af paaien.

Precies omwille van zijn voorkeur voor traag stromend water werd de rietvoorn in het experiment weerhouden. Op die manier kan worden nagegaan of minder goede zwemmers eveneens in een schaalmodel de ingang van een vispassage konden vinden.

6. 4.3 Besluit

De vissen werden voornamelijk gebruikt om na te gaan hoe zij zouden reageren op veranderende stromingscondities. Met het schaalmodel kan men zeer nauwkeurig het stromingspatroon registreren, maar daarmee kent men nog niet de reactie van de vissen op deze of gene stromingspatronen.

In het schaalmodel werd zo te werk gegaan dat men eerst het meest voorkomend debiet over de stuwkleppen van 20m³/s instelde en vervolgens een bepaald debiet over de ingangsconstructie van de vispassage stuurde. Doordat toch enkele tientallen vissen steevast tegen de stroom inzwommen in het overgangsgebied II van de turbulente stuwstroom, was het mogelijk om vast te stellen of de vissen door toeval de ingang vonden of inderdaad de gewijzigde stromingscondities konden waarnemen en daar op reageerden. Bij een succesvolle proef vonden de vissen steeds binnen 1 à 2 uur na het opstarten van het vispassagedebiet in voldoende aantal de ingang van de vispassage.

De resultaten van de proeven met vissen dienen tot slot wel als oriënterend beschouwd te worden om volgende redenen :

* door gebruik te maken van jonge vissen kan men niet beweren dat men vissen op schaal heeft : de afmetingen van de vissen zijn 5 à 10 keer kleiner dan volwassen individuen, maar de stroomsnelheid in het model is driemaal kleiner dan in werkelijkheid; bovendien is niet gemeten hoe de zwemcapaciteit van jonge vissen zich verhoudt tot deze van volwassen vissen;

* het migratiegedrag van de jonge vissen is vrij onzeker : alleen de beekforellen zwommen steevast allemaal tegen de stroom in.

6. 5 Onderzoek naar soorten ingangsconstructies voor vispassages

6. 5.1 Vistrap in combinatie met terugwijkende oever.

Op basis van de ervaringen met de Nederlandse vistrappen, uitgewisseld gedurende het bezoek van 5 februari 1997 aan de Maas rond Roermond, wou men de ingangscapaciteit van een vistrap doen uitkomen in een zone van kalm water, heel dicht bij de turbulentiezone. De idee die hierachter schuilgaat is dat de vissen in hun zoektocht om rond de turbulentiezone te raken automatisch in deze rustige zone terechtkomen en daar gemakkelijk de stroming, komend van het debiet over de vistrap, zouden aanvoelen.

Hoe dit in het schaalmodel werd ingebouwd wordt aangetoond in figuur 59. De laagste drie overlaten van een vistrap werden ingebouwd met een trapverschil van 10cm om een zo hoog mogelijke verdrinkingsgraad te bekomen. Over dit gedeelte vistrap werd een verschillend debiet gestuurd met het doel de vissen te lokken en hen over deze overlaten te lagen migreren tot in het voedingsgedeelte van de vistrap.

Gedurende de proeven bleek dat de vissen, ongeacht de grootte van het vistrapdebiet, zich nauwelijks lieten verleiden door deze ingangsconstructie. Het stromingsplan bij deze constructiewijze (figuren 60 en 61) voor een debiet over de vistrap bij 2,5m³/s toont ook aan dat er in de rivier weinig lokstroom te merken is, ondanks het feit dat ongeveer 10% van het rivierdebiet over de vistrap gaat. Ook van het ontstaan van een neer in deze rus-

tige zone is geen sprake. Dit doet vermoeden dat een stroming over de vistrap die haaks op de rivieras is gericht effectiever zal zijn om vissen te lokken. In dit laatste geval heeft het geen zin om deze haakse vistrap te laten uitmonden in een rustige zone, omdat dit juist de kracht van deze haakse stroming zou temperen.

Om nu deze haakse stroming te creëren werden enkele oriënterende proeven uitgevoerd. Hieruit bleek dat het beter was een strekdam evenwijdig aan de rivieras met een opening tot op de bodem van de rivier te hanteren, dan de laatste overlaat van de vistrap evenwijdig aan de rivier te plaatsen. In het eerste geval ontstaat er namelijk een samengetrokken lokstroom over de ganse diepte van de rivier, terwijl in het laatste geval het debiet over de laatste overlaat van de vistrap enkel een lokstroom creëert in de bovenste lagen van de rivier.

Er werd daarom beslist om deze strekdam in een meer definitieve vorm te testen in combinatie met de reeds voorziene vistrap en eveneens met een nevengeul. Bij deze types zou nu worden nagegaan welk kleinst mogelijk debiet over de vispassage voldoende effect zou veroorzaken bij de vissen. Indien zou blijken dat bij het gevonden lokdebiet de vissen wel de ingangsconstructie vinden maar niet de vistrap kunnen overbruggen, dan zou onderzocht worden of een kleiner debiet over de vistrap zelf en extra debiet via een toevoerbuis, ook een mogelijke oplossing zou bieden.

Hoe deze tweede, derde en vierde combinatie in het schaalmodel werden uitgebouwd, wordt getoond in figuren 62, 63 en 64.

6. 5.2 Vistrap in combinatie met strekdam.

Bij het meest voorkomend debiet van 20m³/s over de stuw werd een debiet over de vistrap getest gaande van 1m³/s tot 5m³/s. De resultaten van deze proeven worden voor zowel de oppervlaktestroming als voor de bodemstroming gegeven in de figuren 65 tot 74. We zien dat bij 2m³/s over de vistrap de haakse stroming aan de strekdam tot over halfweg de rivierbreedte reikt, zowel aan oppervlak als bodem. Bij een debiet vanaf 3m³/s blijkt de invloedszone van deze haakse stroming niet danig toe te nemen. Dit betekent dat de turbulentie aan de stuw in de zone I van de principeschets afgeschermd wordt van de zone III door deze haakse stroming die blijkbaar bij machte is de wilde stroomrichtingen in de zone II te doorbreken.

Op deze configuratie werd een eerste lading vissen losgelaten. Het bleek dat bij een debiet tussen 2m³/s à 3m³/s de vissen die verspreid rondzwommen in de zone II (bijna alle forellen, enkele windes en enige tientallen rietvoorns) significant werden aangetrokken door de haakse stroming. Zij zwommen door de opening tussen rivier en vispassage en verzamelden eerst in de ruimte tussen de strekdam en de laatste overlaat van de vistrap. Alle forellen bleken daarna al vlug over de drie overlaten te migreren tot in het hydraulisch voedingsgedeelte van de vistrap. De meest gelokte windes waren hier eveneens toe in staat, maar van de 30 à 40 gelokte rietvoorns waren er slechts 3 à 4 in staat om over de vistrap te migreren.

Om na te gaan of deze proeven betrouwbaar waren werd het schaalmodel tot tweemaal toe volledig stilgelegd gedurende 24 uur en opnieuw opgestart. Er werden steeds dezelfde resultaten bekomen.

6. 5.3 Nevengeul in combinatie met strekdam.

Omdat de rietvoorns blijkbaar niet in staat waren om over de vistrap te migreren, leek het aangewezen om te proberen of zij bij een gelijke ingangsconstructie toch beter zouden migreren over een nevengeul als vispassage.

De nevengeul in het schaalmodel heeft een horizontale bodem, een breedte even groot als de bodembreedte van de vistrap (i.e. 8m natuur) en een diepte van 1,0m, wat bij een debiet van 2,5m³/s neerkomt op een maximum snelheid van 0,3m/s.

Voor deze proeven werd gebruik gemaakt van de tweede lading vissen. Omdat het reeds enkele weken later was, waren de windes en riviergrondels al bijna verdubbeld in afmeting, maar door de kweekomstandigheden waren de rietvoorns nauwelijks gegroeid. Omdat bij het onderzoek van de nevengeul vooral gekeken zou worden naar de reactie van de rietvoorns, was het zeker belangrijk dat de rietvoorns vrij gelijk bleven in afmeting om de proeven vergelijkbaar te maken.

Uit de testen bleek opnieuw dat de vissen die zich ophielden in de zone II van de turbulentiezone door een vispassage-debiet tussen 2m³/s à 3m³/s onmiddellijk werden gelokt en in scholen door de opening aan de strekdam trokken. De rietvoorns hadden, in tegenstelling tot de vistrap, geen moeite om door te zwemmen tot in het hydraulisch voedingsgedeelte van de nevengeul. Zelfs indien het debiet door de nevengeul werd verhoogd tot 7m³/s à 8m³/s, wat snelheden tot 0,8m/s à 10m/s natuur creëert (in het schaalmodel was dit evenwel maar 0,2m/s à 0,3m/s), dan schiep dit nog geen problemen, in geen geval voor de windes en riviergrondels en zelfs niet voor de rietvoorns.

6. 5.4 Vistrap in combinatie met strekdam en toevoerbuis

Uit de vorige proeven is gebleken dat, bij een debiet van 2,5m³/s over de vispassage er een strekdam als ingangsconstructie en als hulpmiddel voor het creëren van een effectieve lokstroom, alle aanwezige vissoorten probleemloos de ingang van de vispassage konden vinden.

Bij de rietvoorns daarentegen blijkt wel dat zij bij dit debiet nauwelijks over het ingebouwde gedeelte vistrap kunnen migreren, daar waar zij bij de nevengeul geen hinder ondervinden. Van de nevengeul is echter geweten dat zij geenszins kan gerealiseerd worden binnen de grenzen van de voorziene onteigeningszones voor de drie stuwen op de Bovenschelde. Daarom leek het interessant om te trachten een even groot lokdebiet te bekomen, maar waarvan een klein gedeelte uitsluitend over de vistrap zou gaan en het grootste gedeelte via een toevoerbuis. Hierover bestaan geen literatuurgegevens, alleen mondelinge uitwisseling van gegevens met Muyres. In Nederland was men er niet zo voor te vinden omdat de vissen eerder trachten te migreren door de toevoerbuis (wat vanzelfsprekend onmogelijk is) in plaats van over de vistrap zelf. Vermoedelijk wordt dit veroorzaakt door de uitgang van de vistrap en de toevoerbuis niet volledig op hetzelfde

punt in het afwaartse pand samen te brengen. Om het misleiden van de vissen te voorkomen werd daarom in het schaalmodel de uitgangsopening van de toevoerbuis geïntegreerd in de laatste overlaat van de vistrap (zie figuur 64) i.e. vóór de strekdam die de resulterende lokstroom creëert.

Er werden proeven uitgevoerd bij een totaal lokdebiet van 2,5m³/s met respectievelijk 0,5m³/s à 1,0m³/s over de vistrap zelf en 2,0m³/s à 1,5m³/s door de toevoerbuis. Opnieuw vormde het geen enkel probleem om de vissen te lokken. Aanvankelijk leek het echter dat de vissen, die eerst steeds verzamelden in het gedeelte tussen de strekdam en de laatste overlaat van de vistrap, misleid werden door het debiet dat uit de toevoerbuis kwam. Er werd daarom beslist de uitstroomopening van de buis sterk te vergroten zodat de uittredesnelheid kon gereduceerd worden. Dit was een hele verbetering : de grondels en windes (van nog steeds de tweede lading vissen) hadden geen probleem om het debiet, dat over de vistrap zelf kwam, te lokaliseren en migreerden opnieuw over de vistrap tot in het hydraulisch voedingsgedeelte. Bij een debiet van 0,5m³/s over de vistrap zelf migreerden ook rietvoorns over de vistrap.

In de figuren 75 en 76 is tenslotte te zien dat de lokstroom van dit systeem als vispassage, hydraulisch identiek is aan de twee vorige systemen.

Uit deze proeven kan dus afgeleid worden dat een toevoerbuis met een goed gedimensioneerde uitstroomopening een goed hulpmiddel is om lagere stroomsnelheden in een vistrap te bekomen, waarbij er tevens voor gezorgd wordt dat er voldoende lokstroomdebiet wordt aangevoerd ter hoogte van de ingangsconstructie van de vistrap.

6. 5.5 Besluiten uit het onderzoek met vissen.

Uit de proeven in het schaalmodel is gebleken dat de vissen die migratiegedrag vertoonden of op zijn minst bereid waren om tegen de stroom in te bewegen, zich aan een migratie hindernis, zoals een stuw, ophouden in de overgangszone II van een turbulentiezone. Deze zone II wordt gekenmerkt door een geleidelijk verdwijnen van de lucht-water mengeling en stroomsnelheden die vanuit alle richtingen komen maar daarom niet noodzakelijk grotere waarden bereiken dan 1,0m/s. In hun speurtocht om rond de stuw te raken, zwemmen de vissen in deze zone doelloos rond.

Uit de hydraulische proeven is gebleken dat bij een debiet over de stuw van 20m³/s, een debiet van 2,5m³/s over de vispassage volstaat om een effectieve lokstroom te creëren, ongeacht of het een vistrap of een nevengeul is, als tenminste gebruik wordt gemaakt van een strekdam met opening tot op de bodem van de rivier die een lokstroom genereert haaks op de rivieras.

Door stelselmatig proeven te herhalen onder gelijke omstandigheden is gebleken dat de vissen door deze lokstroom significant aangetrokken worden. De proeven laten evenwel niet toe te achterhalen wat het rendement is van de vispassages vermits een belangrijk gedeelte van de vissen inactief bleef. Hiervoor kan niet echt een verklaring gegeven worden.

Uit de vergelijking van nevengeul en vistrap tenslotte kan, op basis van uitsluitend de rietvoorns, aangetoond worden dat een nevengeul zal toelaten meer soorten vissen zal toelaten om hun migratie weg verder te zetten.

7. DIMENSIONEREN VAN EEN VISTRAP VOOR DE DRIE STUWEN OP DE BOVENSCHELDE.

7. 1 Biologische en hydraulische randvoorwaarden.

Om een definitief ontwerp van een vistrap te kunnen opmaken zijn in de vorige hoofdstukken tal van randvoorwaarden onderzocht, waarmee rekening moet worden gehouden :

∗ de vistrap wordt verondersteld te werken als het debiet in de rivier door de twee stuwopeningen geleid wordt; de idee om de vissen reeds van één oever van de rivier te lokken door slechts één stuwopening te hanteren, gaat niet op omdat de hoofdstroom zich als een slang door de nieuwe rivierarm kronkelt met een golflengte die sterk afhankelijk is van het debiet over de stuw; dit is duidelijk waar te nemen in figuren 77 en 78.

∗ het hydraulisch regime over de drie stuwen is ongeveer gelijk vermits het hydrografisch bekken van Kerkhove naar Asper weinig toeneemt; vermits het verschillend verval van elke stuw (1,35m tot 2,64m) weinig invloed heeft op de omvang van de turbulentiezone zoals die voor de stuw te Asper bepaald werd, betekent dit dat de ingang van de vistrap voor de drie stuwen tussen 20m à 30m afwaarts van de stuw gesitueerd dient te worden waarbij 2,5m³/s over elk van de drie vistrappen wordt geleid.

∗ overeenkomstig de gedragingen van de vissen in het schaalmodel en de opgemeten stromingspatronen van de lokstroom, volstaat het de vistrap te ontwerpen voor een debiet van 2,5m³/s.

∗ uit de modelstudies van Boiten [11] en Verhoeven [4] rond de stromingspatronen in de vistrap zelf kunnen volgende ontwerpgegevens reeds aangehouden worden :
  → om voldoende energiedemping te bekomen dient een minimum traplengte L van ca 8,0m aangehouden bij een debiet van 2,5m³/s.
  → de open P bedraagt minimum 0,80m.

∗ op basis van de ervaringen van het IBW in Vlaanderen en rekening houdend met het feit dat op de Bovenschelde toch meer vissoorten met minder zwemvermogen voorkomen dan op de Maas, wordt het trapverschil Δh best op maximum 15cm gehouden;

∗ de ingangsconstructie bestaat uit een strekdam evenwijdig aan de rivieras, die een opening tot op de rivierbodem vrijlaat zodat een lokstroom haaks op de rivieras ontstaat;

* Volgens de berekeningen van de stroomsnelheden boven de overlaat van de V-vormige vistrap lijkt het aangewezen om een symmetrische V-vorm te kiezen, daar dit een lagere gemiddelde snelheid genereert;

* de overlaten van de vistrappen worden uitgevoerd in stortsteen met een kaliber 10-20cm, terwijl de bodem en de taluds worden bedekt met stenen van 20-40cm; tussen twee overlaten worden energiedempingsstructuren aangebracht zoals aangegeven in figuur 17;

* bij een debiet over de vistrap van 2,50m³/s mag men bij verdrinkingsgraden van 0,5 à 0,9 overstort hoogtes verwachten tussen 60cm en 90cm (tabel 11), wat betekent dat voor een V-vormige overlaat met $\tan(\alpha) = 28/4$ de breedte van de overstortlaag zal variëren tussen 8,40m en 12,6m; dit heeft voor gevolg dat voor een vistrap met taluds onder 6/4 en een apex van 1,0m, de bodembreedte b minstens 8,0m dient te bedragen.

7. 2 Ontwerp van een inlaat- en uitlaatconstructie

7. 2.1 Inlaat constructie

De hoogste overlaat van de vistrap wordt steeds h_1 onder het waterpeil in het opwaarts pand geplaatst, zodat het vereiste debiet van 2,50m³/s over de vistrap kan stromen.

Voor onderhoudswerken moet de vistrap drooggezet kunnen worden. Daarvoor moet een constructie voorzien worden die de verbinding tussen het opwaarts pand en de bovenste overlaat van de vistrap kan afsluiten. Deze droogzetconstructie laat ook toe de vistrap van de rivier af te sluiten, indien het debiet in de rivier te klein zijn waardoor het streefpeil in het opwaarts pand niet meer zou kunnen bereikt worden.

Dit kan het best gebeuren door een muur, gefundeerd op staal, met daarin een nauwe sleuf waarin een roestvrij stalen deur kan glijden. De bovenzijde van deze deur is in V-vorm afgewerkt om de vissen nog toe te laten over deze overlaat te migreren. Verder is deze deur aan de ene zijde scharnierend vastgemaakt, aan de andere zijde is de deur door middel van een draadstang verbonden met een hefmechanisme.

Deze manier van droogzetten wordt toegepast op de Maas bij Roermond en biedt het voordeel dat de constructie volledig geïntegreerd is in de vistrap, zodat er weinig van te merken valt in de omgeving. Het zou eenvoudiger kunnen door tussen het bovenpand en de bovenste overlaat een constructie voor schotbalken of een hefschuif te voorzien.

Hoe de geïntegreerde aanpak er zou kunnen uitzien, wordt nog eens weergegeven in figuren 79 en 80.

7. 2.2 Uitlaatconstructie.

De afmetingen van de uitlaat van de vistrap (of ingang van de vissen) kunnen rechtstreeks afgeleid worden uit het schaalmodel (figuur 61). Voor de vistrap te Asper worden deze afmetingen gegeven in figuur 81. De strekdam is zo ontworpen dat hij enerzijds een

opening naar het afwaarts pand creëert met een doorstroomsectie van $2{,}3m^2$ zodat in de jet die door deze opening ontstaat een maximum stroomsnelheid kan optreden van ongeveer 1,0m/s. Voor een gedeelte van de strekdam ligt de bovenkant lager dan het waterpeil in het afwaarts pand zodat boven dit gedeelte lage stroomsnelheden ontstaan die migratie zouden kunnen toelaten voor heel zwakke zwemmers. Het is tenslotte in elk geval nodig de bovenzijde van deze strekdam zo natuurlijk mogelijk af te werken door er stortsteen in te verwerken.

In het schaalmodel is verder te zien dat er, wegens plaatsgebrek, een keermuur is ingebouwd tussen de vistrap en de eerste 20m van het afwaarts pand. Deze keermuur is in se niet nodig en zou een nutteloze kost betekenen. Het afwaarts uiteinde van deze muur, dat bestaat uit een verticale wand dwars op de rivieras juist naast de lokstroom, zorgt er evenwel voor dat er een scherp aflijnen ontstaat tussen de turbulentiezone en de plaats waar de lokstroom in het afwaarts pand dringt. Indien deze verticale wand zou vervangen worden door een talud, dan zou de opening voor de lokstroom gecreëerd moeten worden door twee stukken strekdam waarbij er gevaar zou zijn voor het optreden van kleine neren die de kracht van de lokstroom danig zouden kunnen reduceren. Om deze reden wordt er voorgesteld om dit uiteinde als een verticale dam-plankwand uit te voeren voor een optimale generatie van de lokstroom. Een grondplan en enkele perspectieven van hoe dit allemaal er zou kunnen uitzien wordt tenslotte aangetoond in figuren 82 tot 85.

7. 3 Ontwerp van de vistrappen.

7. 3.1 Werkwijze

Op basis van de randvoorwaarden gesteld in 7.1, met een ondergrens voor de traplengte L en een bovengrens voor het trapverschil Δh, kunnen we in tabel 12 een gedeelte afbakenen waarbinnen nog slechts een beperkte keuze mogelijk is voor L en Δh.

Houden we verder rekening met de maximum snelheid van 1,50m/s (zie biologische randvoorwaarden van Boiten [11]) voor trajecten kleiner dan 10m bij slechte zwemmers, dan kunnen we afleiden uit de modelproeven van Boiten dat de gemiddelde snelheid v_k boven een overlaat van de vistrap kleiner moet zijn dan 1,0 m/s ($v''' = 1{,}5v_k$). Bij een vistrapdebiet van $2{,}50m^3/s$ leiden we dan uit tabel 11 af dat alleen een verdrinkingsgraad ν tussen 80% à 90 % tot een oplossing leidt. We leiden verder uit tabel 11 af dat alleen trapverschillen tussen 8cm en 14cm mogelijk zijn. Dit alles zorgt voor een nog kleiner gedeelte in de tabel 12.

Resulterend geeft dit :

Δh (m)	n Asper	n Oude-naarde	n Kerkho-ven	L Asper (m)	L Oudenaarde (m)	L Kerk-hove (m)
0,050	53,0	38,0	27,0	3,8	4,2	5,6
0,060	44,0	31,0	23,0	4,5	5,2	6,5
0,070	38,0	27,0	20,0	5,3	5,9	7,5
0,080	33,0	24,0	17,0	6,1	6,7	8,8
0,090	30,0	21,0	15,0	6,7	7,6	10,0
0,100	27,0	19,0	14,0	7,4	8,4	10,7
0,110	24,0	17,0	13,0	8,3	9,4	11,5
0,120	22,0	16,0	12,0	9,1	10,0	12,5
0,130	21,0	15,0	11,0	9,5	10,7	13,6
0,140	19,0	14,0	10,0	10,5	11,4	15,0
0,150	18,0	13,0	9,0	11,1	12,3	16,7
0,175,	16,0	11,0	8,0	12,5	14,5	18,8
0,200	14,0	10,0	7,0	14,3	16,0	21,4

Gereduceerde keuzemogelijkheden voor Δh en L.

Algemeen kunnen we besluiten dat met een trapverschil van 8cm in plaats van 14cm, de gemiddelde stroomsnelheid boven een overlaat zal dalen van 1,04m/s naar 0,80m/s, wat maar 25 % is.

We weten echter dat de herrekende formules van Boiten voor hoge verdrinkingsgraden zeer nauwkeurig zijn wanneer het V-vormige overlaten in houten wand betreft. Het is echter de bedoeling de overlaten uit te voeren zoals aangegeven in de figuren 86 tot 88 :

* om te garanderen dat de eerder kleine trapverschillen van de vistrappen daadwerkelijk gerealiseerd worden, is het belangrijk een kern van stalen damplanken in de overlaten te voorzien; indien men de kosten met deze damplanken niet wil maken, dan zal gedurende de bouw van de vistrap het plaatsen van stortstenen van heel nabij dienen gevolgd en gecontroleerd te worden .

* stortstenen van 10cm à 20cm worden tegen deze kern aangelegd en met vloeibaar beton vastgezet;

* de stortstenen mogen in het centraal gedeelte van de overlaat (met overstorthoogtes van 60cm à 90cm) niet hoger reiken dan de kern van de overlaat, aan weerszijden van de overlaat (met overstorthoogtes kleiner dan 30cm) is het belangrijk dat de stortstenen wel tot over de kern heen gestapeld worden : dit zorgt voor een sterke verstoring van de overstortlaag met een veel grotere kans op het voorkomen van lagere snelheden;

* de kern van stalen damplanken verhindert dat, wanneer de vistrap bij lage afvoer op de Schelde afgesloten worden, droog zou komen te staan; door de stortsteen zijn de overlaten immers niet waterdicht waardoor de ruimtes tussen de hoogst geplaatste overlaten zouden kunnen leeglopen.

Deze uitvoeringsmethode zorgt voor een veel sterkere variatie in stroomsnelheden rondom de gemiddelde waarden van 1,04m/s à 0,80m/s. Dit betekent dat, zolang de gemiddelde snelheid lager blijft dan 1,0m/s, het weinig zin heeft om 5 overlaten extra te voorzien voor het verwezenlijken van een trapverschil van 8cm in plaats van 14cm (hetgeen 25% à 50% meer overlaten betekent) indien de snelheidsdaling hiermee slechts in het beste geval 25% bereikt. Het zijn tenslotte de randen van de overlaten, met hun stroomsnelheden lager dan de gemiddelde, die vismigratie voor de zwakkere zwemmers moeten toelaten.

Op basis hiervan wordt voorgesteld om voor de drie stuwen vistrappen te ontwerpen met een trapverschil van 14cm, wat overeenkomt met een verdrinkingsgraad van 80% en een gemiddelde snelheid van 1,04m/s.

7. 3.2 Vistrappen zonder toevoerbuis.

Voor dit type vistrap wordt het vereiste lokstroomdebiet van 2,5m³/s over elke overlaat in de vistrap geleid. Met een trapverschil van 14cm een een verdrinkingsgraad van 80% betekent dit :

h_1 = 0,70m
h_c = 0,59m
19 overlaten te Asper op 10,5m van elkaar
14 overlaten te Oudenaarde op 11,4m van elkaar
10 overlaten te Kerkhove op 15,0m van elkaar.

De vistrappen worden zo gedimensioneerd dat de hoogste overlaat h_1 onder het peil in het opwaarts pand wordt geplaatst. De andere overlaten worden stuk voor stuk Δh lager geplaatst ten opzichte van de voorgaande. Uiteindelijk zal de laagste overlaat ongeveer $\nu.h_1$ onder het peil in het afwaarts pand komen te staan.

Dit alles wordt nog eens duidelijk weergegeven in de figuren 89 tot 101.

7. 3.3 Vistrappen met toevoerbuis

Voor dit type vistrap wordt slechts 0,5m³/s over de vistrap zelf geleid en de overige 2,0m³/s via de toevoerbuis. Het doel van dit type is een zo laag mogelijke gemiddelde stroomsnelheid bekomen boven de V-vormige overlaat. In tabel 11 zien we dat bij 0,50m³/s een verdrinkingsgraad van 90% nog steeds een gemiddelde stroomsnelheid van 0,58m/s genereert. Dit is een significante daling ten opzichte van 1,04m/s bij 2,50m³/s. Hiervoor is het wel nodig 63 overlaten te voorzien met een trapverschil van 4cm op 2,3m van elkaar.

In bijlage A is een dimensioneringsberekening gemaakt van de afmetingen van de buis en het blijkt dat hiervoor een vierkante buis nodig is met een zijde van 0,80m.

Om verder te zorgen dat de uitstroomsnelheid van deze buis lager zou blijven dan 0,25m/s (zoniet zouden de vissen verkiezen de buis te nemen in plaats van over de vistrap te migreren), is het nodig dat een trapeziumvormige uitlaat wordt ontwikkeld die

wordt ingewerkt in de brede voet van de laagste overlaat van de vistrap. De doorstroomsectie ervan zou afmetingen hebben van 12,0m breed en 1,0m hoog.

Hoe dit alles er zou moeten uitzien wordt gegeven in de figuren 102 tot 106.

BESLUIT :

De combinatie van een vistrap met lage stroomsnelheden door veel overlaten te voorzien, met een toevoerbuis voor het bekomen van voldoende lokstroomdebiet, is praktisch niet realiseerbaar.

8. DIMENSIONEREN VAN EEN NEVENGEUL ALS VISPASSAGE.

8. 1 Inleiding

In de eerste fase van het onderzoek, gedurende de bouw van het eerste schaalmodel, werd wiskundig onderzocht of het mogelijk was om een nevengeul te ontwerpen binnen de grenzen van de voorziene onteigening te Asper (met het grootste verval van 2,64m). Dit onderzoek werd ingegeven vanwege volgende vaststellingen :

* de V-vormige vistrap heeft bewezen migratie toe te laten, ook voor minder goede zwemmers, maar over het rendement ervan kan tot op heden nog niets aangetoond worden; het congres van Wenen van september 1996 [3] meent dat voor laaglandrivieren een nevengeul een betere oplossing zou betekenen.

* naast het migratievrij zijn van rivieren is het ook belangrijk dat een rivier voldoende voeder- en paaiplaatsen bezit, vooral dit laatste komt nog weinig voor in onze rivieren; een nevengeul vormt op zich dergelijke plaatsen terwijl een vistrap niet die mogelijkheid bezit.

In dit onderzoek [16] werd gebruik gemaakt van de theorie van de verhanglijnen [22] (of waterlijnberekeningen), om voor een debiet van 0,2m³/s tot 1,3m³/s en dieptes van 0,3m tot 0,6m te berekenen welke lengte zo een nevengeul zou moeten hebben om stroomsnelheden te bekomen die niet hoger zouden zijn dan 0,5m/s à 0,6m/s. Men kwam tot oplossingen van 2km à 3km, hetgeen praktisch niet realiseerbaar is binnen de voorziene onteigening te Asper.

Voor het bepalen van de nodige lengte van een nevengeul, is het kennen van de weerstand tegen stroming afkomstig van de ruwheid van de bedding van de nevengeul belangrijk. De nevengeul wordt zo ontworpen dat zij een constante helling en ruwheid heeft over de ganse lengte. Dit heeft voor gevolg dat het constant debiet (vermits het waterpeil constant wordt gehouden in opwaarts en afwaarts pand aan beide uiteinden van de geul) zorgt voor een gelijke waterdiepte over bijna de ganse lengte van de nevengeul.

In dat geval kan men in elke dwarsdoorsnede schrijven :

$$U = kR^{1/6}\sqrt{RS_o} \qquad (16)$$

met U : gemiddelde stroomsnelheid in m/s over de dwarsdoorsnede

R : hydraulische straal in m; i.e. verhouding van de doorstroomsectie van de dwarsdoorsnede tot de natte omtrek van de dwarsdoorsnede

S_O : helling van het kanaal

k : ruwheidscoëfficiënt in $m^{1/3}/s$

Deze formule wordt ook dikwijls geschreven als :

$$U = \frac{1}{n} R^{1/6} \sqrt{RS_O} \qquad (17)$$

met :

n : coëfficiënt van Manning in $s/m^{1/3}$

Naar deze ruwheidscoëfficiënt werd veel onderzoek gedaan en zijn in de literatuur veel gegevens terug te vinden. Dit wordt duidelijk in figuren 107 tot 111 en in onderstaande tabel.

Type waterloop en omschrijving	Minimum	Normaal	Maximum
Uitgegraven of gebaggerde waterloop			
I. Aarde, rechtlijnig en gelijkvormige stroming			
A. Schoon, recent afgewerkt	0.016	0.018	0.020
B. Schoon, na verwering	0.018	0.022	0.025
C. Grind, gelijkvormige doorstroomsectie, schoon	0.022	0.025	0.030
D. Met kort gras, weinig kruidachtige vegetatie	0.022	0.027	0.033
II. Aarde, kronkelig en trage stroming			
A. Geen begroeiing	0.023	0.025	0.030
B. Gras, weinig kruidachtige vegetatie	0.025	0.030	0.033
C. Dichte begroeiing met kruidachtige vegetatie of waterplanten in diepe geulen	0.030	0.035	0.040
D. Aarden bodem en taluds met steenbestorting	0.028	0.030	0.035
E. Stenen bodem en begroeide oevers	0.025	0.035	0.040
F. Keibodem en schone taluds	0.030	0.040	0.050
III. Uitgegraven of gebaggerd met sleepemmer (dragline)			
A. Geen begroeiing	0.025	0.028	0.033
B. Lichte begroeiing met struikgewas op de oevers	0.035	0.050	0.060
IV. Rotsinsnijdingen			
A. Glad en gelijkvormig afgewerkt	0.025	0.035	0.040
B. Ruw en onregelmatig afgewerkt	0.035	0.040	0.050
V. Niet onderhouden geulen, kruidachtige vegetatie en niet gesnoeid struikgewas			
A. Dichte begroeiing met kruidachtige vegetatie, even hoog als de waterdiepte	0.050	0.080	0.120
B. Schone bodem, struiken op de taluds	0.040	0.050	0.080
C. Idem, maar bij hoogste waterstand	0.045	0.070	0.110
D. Dicht struikgewas, hoge waterstand	0.080	0.100	0.140

Natuurlijke kleinere waterlopen in vlakte (breedte < 30 m)			
1. Schoon, recht, hoge waterstand, geen kloven of grote diepten	0.025	0.030	0.033
2. Idem als 1, maar meer stenen en kruidachtige vegetatie	0.030	0.035	0.040
3. Schoon, bochtig met diepten en ondiepten	0.033	0.040	0.045
4. Idem als 3, maar wat kruidachtige vegetatie en stenen	0.035	0.045	0.050
5. Idem als 4, maar bij hogere waterstanden	0.040	0.048	0.055
6. Idem als 4, maar meer stenen	0.045	0.050	0.060
7. Trage riviervakken, vol kruidachtige vegetatie, grote diepten	0.050	0.070	0.080
8. Heel veel kruidachtige vegetatie, grote diepten of vloedgeulen met zware bebossing en kreupelhout	0.075	0.100	0.150

Waarden van de ruwheidscoëfficiënt n; “Open-channel Hydraulics”, Ven Te Chow.

We zien duidelijk dat er een grote spreiding zit in de ruwheidscoëfficiënten, zeker voor de grote ruwheden.

Voor de berekeningen in [16] is een waarde van $n = 0,030 s/m^{1/3}$ of $k = 30 m^{1/3}/s$ genomen vermits er werd gedacht aan een uitgegraven waterloop met aarden bodem en taluds met steenbestorting. Voor een waterloop met een eenvormig dwarsprofiel en een normale oeverbegroeiing wordt dit als een normale waarde beschouwd. Met deze waarde voor k komt men makkelijk tot volgende benodigde lengte voor een nevengeul aan de stuw te Asper :

Maximum snelheid : 0,5m/s

nodig debiet : 2,5m³/s (cf. besluiten in paragraaf 6.5.5)

gemiddelde waterdiepte : 0,50m

benodigde bodembreedte : 10,0m

hydraulische straal : 0,45m

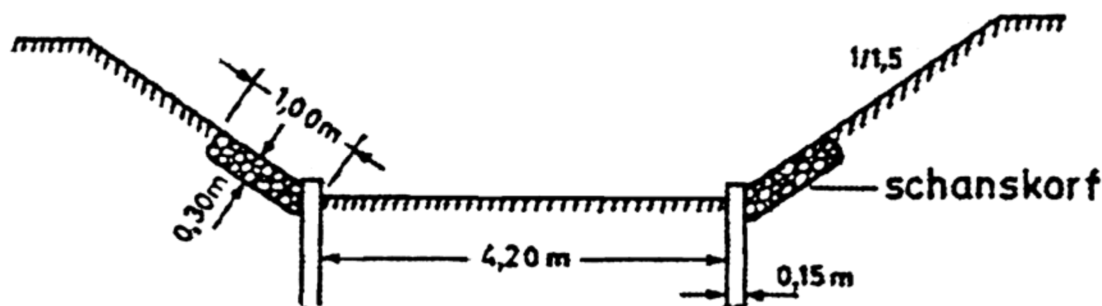
te overbruggen verval : 2,64m

uit [16] halen we dan : $S_O = 0,00080$

zodat de nodige lengte wordt $L = 2,64/0,00080 \cong 3250m$

Dit resultaat komt overeen met hetgeen was aangetoond in [16].

Terreinmetingen, de voorbije tien jaar uitgevoerd op tal van kleine Vlaamse waterlopen met een oeverbedekking van schanskorven (zie onderstaande tekening) hebben aangetoond ([23] tot [29]) dat wanneer de begroeiing op de taluds doorloopt tot aan de bodem, de ruwheidscoëfficiënt k veel lager wordt en waarden bereikt van nauwelijks $20m^{1/3}/s$.



Dwarsprofiel Zwarte beek te St.-Niklaas(uit [24]).

Herhalen we de voorgaande berekeningen met k = 20 dan bekomen we :

S_O = 0,00181

L = 2,64/0,00181 ≅ 1450m

Voor de nevengeul als vispassage is het evenwel de bedoeling om een zo groot mogelijke ruwheid te bekomen door tal van hindernissen te voorzien. Dit kan op verschillende manieren :

* de kanaalbreedte herhaaldelijk verbreden en vernauwen (van 5m plots naar 10m verwijden) en verdiepingen voorzien (gemiddelde diepte van 0,50m plots naar 1,0m brengen);

* trachten een meanderend verloop te geven aan de nevengeul;

* op vele plaatsen grotere rotsblokken of boomstammen midden in de stroming plaatsen;

* De taluds met planten zoals riet en lisdodde beplanten en op de bodem op veel plaatsen waterbiezen zaaien.

Door alleen al de taluds van de nevengeul sterk te laten begroeien tot op de bodem, kunnen k-waarden bereikt worden van $15m^{1/3}/s$ ([23] tot [29]). Door de ruwheid verder op te drijven door middel van de vermelde stroomhindernissen, zal de k-waarde ongetwijfeld verder dalen. Herhalen we de berekeningen voor k gelijk aan $15m^{1/3}/s$ en $10m^{1/3}/s$ dan krijgen we :

k	= $15m^{1/3}/s$	k	= $10m^{1/3}/s$
S_O	= 0,00322	S_O	= 0,00725
L	= 2,64/0,00322 ≅ 820 m	L	= 2,64/0,00725 ≅ 360 m

We stellen dus enerzijds vast dat het mogelijk is door grote ruwheid de vereiste lengte van de nevengeul gevoelig te verminderen, maar anderzijds dat het moeilijk blijft een juiste keuze te maken voor deze nodige lengte indien niet voldoende nauwkeurig gekend is welke specifieke ruwheidscoëfficiënt in werkelijkheid kan aangehouden worden.

Daarom werd besloten een tweede fysisch model te bouwen in het WL waarin een stuk nevengeul op ware grootte werd na gebouwd.

8. 2 Fysisch modelonderzoek naar een nevengeul

8. 2.1 Opbouw van het fysisch model

De nevengeul op ware grootte werd gebouwd in een stroomgoot van 3,0m breed op 0,80m diep en 25,0m lang (figuur 113). De meetsectie waarover het effect van de ruwheid werd gemeten bedroeg 20m.

In deze stroomgoot werden de werkelijke waterdieptes (i.e. 0,30m à 0,50m), de werkelijke stroomsnelheden (i.e. maximum 0,5m/s) en het werkelijk debiet per eenheidsbreedte (i.e. 0,050m³/s/m à 0,250m³/s/m voor het debiet van 2,50m³/s bij bodembreedtes van 10m à 20m).

In de stroomgoot werd de nevengeul als volgt opgebouwd :

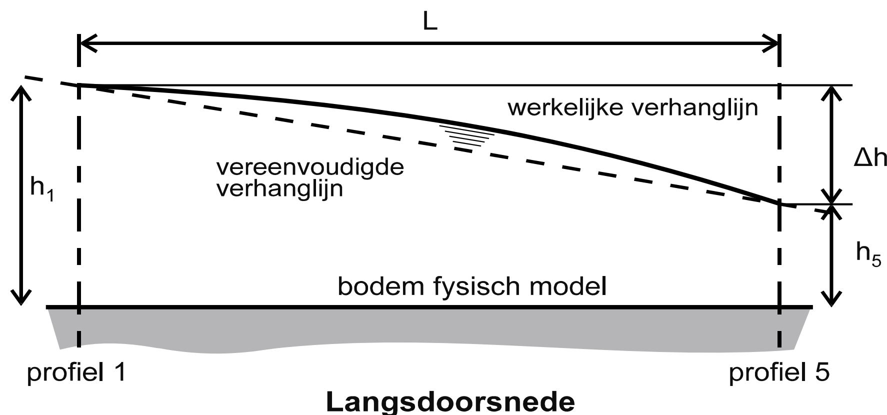
- de bodembreedte bedroeg 1,0m en de taluds hadden een helling van 2 op 1;
- bodem en taluds werden opgebouwd uit steenslag met een kaliber van 5cm à 7cm;
- er werd een licht meanderend langsprofiel verkregen door 4 bochten te voorzien;
- met los gestapelde snelbouwbakstenen werden over de ganse lengte midden in de stroming hindernissen opgebouwd;
- de taluds werden beplant met lisdodde en waterbiezen, deze waterplanten werden in bruikleen gegeven door het kweekstation de ‘Volharding’ te Rijkevorsel van de afdeling Bos en Groen van AMINAL;
- de waterplanten bevonden zich in wintertoestand (november tot februari) ; in werkelijkheid zal dus op de ogenblikken van migratiebewegingen de aanwezigheid van planten nog sterker zijn;
- met een bodembreedte van 1,0m bedroeg het debiet in het fysisch model 0,050m³/s tot 0,250m³/s.

Het resultaat van deze opbouw aan ruwheidselementen wordt gegeven in de foto’s van de figuren 114 tot 116.

8. 2.2 Resultaten van het fysisch modelonderzoek.

De ruwheidscoëfficiënt n werd bepaald via een aangepaste vorm van formule 17 :

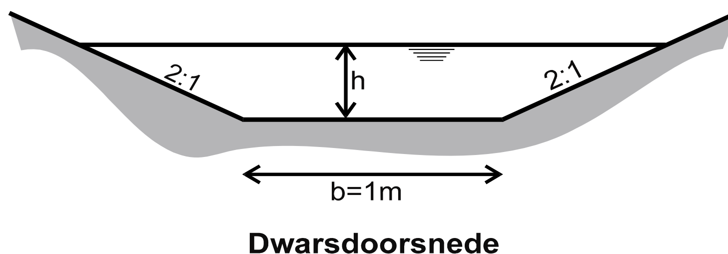
$$U_{gem} = \frac{1}{n} R_{gem}^{1/6} \sqrt{R_{gem} \frac{\Delta h}{L}} \qquad (18)$$



Langsdoorsnede

Definitie hydraulische straal

$$\mathbf{R = \frac{A}{P} = \frac{bh + 2h^2}{b + 2\sqrt{5}\,h}}$$



Dwarsdoorsnede

Volgende vereenvoudigingen vormen de grondslag van deze formule :

- er wordt verondersteld dat elke dwarsdoorsnede gelijkvormig is waarbij geen rekening wordt gehouden met de vermindering van de doorstroomsectie $A = bh + 2h^2$ door voornamelijk de opeengestapelde bakstenen, ook de natte omtrek $P = b + 2\sqrt{5}\,h$ wordt op basis van deze uniforme dwarsdoorsnede bepaald;

- voor de lengte L van de vaargeul wordt de rechtlijnige afstand van profiel 1 tot profiel 5 genomen, dit is toegelaten omdat men voor de nevengeul eigenlijk een slingerend verloop heeft van de verhanglijn binnen een rechtlijnige bedding waardoor het verschil tussen de werkelijke lengte L' en de rechtlijnige lengte L slechts enkele procenten bedraagt; voor een rivier waarvan de meanders honderden meter lang zijn dient men de werkelijke lengte te nemen;

- als hydraulische straal $R = A/P$ neemt men het gemiddelde (R_{gem}) van de hydraulische straal ter plaatse van profiel 1 en 5; dit betekent dat men de werkelijke kromlijnige ver-

hanglijn vervangen denkt door een vereenvoudigde lineaire verhanglijn, zodat de werkelijke gemiddelde hydraulische straal onderschat wordt;

- de gemiddelde stroomsnelheid (U_{gem}) over de ganse nevengeul wordt analoog berekend als het gemiddelde van de stroomsnelheid ter plaatse van profiel 1 en 5;

- het verval Δh is het verschil in waterpeil tussen profiel 1 en 5.

Uit vergelijking met berekeningen volgens de theorie der verhanglijnen ([22] en [16]) blijkt dat de ruwheidscoëfficiënt begroot met formule 17 door deze vereenvoudigingen licht onderschat wordt. Dit betekent dat de vereiste lengte L van de werkelijk te dimensioneren nevengeul via gebruik van formule 17 door deze ruwheidscoëfficiënt licht overschat wordt. Dit levert aldus een veilige waarde.

De resultaten worden gegeven in onderstaande tabel. Voor de ruwheidscoëfficiënt n bestaat de eerste kolom uit waarden berekend met de vereenvoudigde formule 17 en de tweede kolom uit waarden berekend met de theorie der verhanglijnen. Van dit laatste is uitvoerig verslag gedaan in [30].

U_{gem} (m/s)	h_{gem} (m)	R_{gem} (m)	Δh (m)	n_1 (s/m$^{1/3}$)	n_2(uit [30])
0,24	0,18	0,14	0,12	0,096	0,113
0,27	0,22	0,16	0,14	0,094	0,117
0,31	0,26	0,19	0,16	0,095	0,117
0,34	0,29	0,21	0,17	0,095	0,113
0,38	0,36	0,23	0,17	0,092	0,107
0,18	0,21	0,16	0,09	0,108	0,114
0,28	0,22	0,16	0,15	0,093	0,117
0,31	0,26	0,19	0,16	0,095	0,117
0,13	0,25	0,18	0,05	0,119	0,119
0,23	0,24	0,18	0,12	0,106	0,119
0,29	0,26	0,19	0,15	0,099	0,117
0,14	0,32	0,22	0,04	0,115	0,114
0,19	0,33	0,22	0,07	0,113	0,113
0,27	0,32	0,22	0,12	0,105	0,111
0,40	0,35	0,22	0,18	0,088	0,105
0,11	0,39	0,25	0,02	0,109	0,109
0,15	0,39	0,25	0,03	0,107	0,110
0,20	0,39	0,25	0,05	0,102	0,106
0,31	0,40	0,25	0,11	0,096	0,105
0,45	0,39	0,24	0,19	0,085	0,104
gemiddelde waarde voor n				0,100	0,112

Resultaten van de proeven in het fysisch model op ware grootte.

Op basis van deze resultaten werden volgende relaties grafisch voorgesteld in de figuren 117 tot 122 :

$h_{gem} = f(U_{gem})$ (figuur 117)

$R_{gem} = f(U_{gem})$ (figuur 118)

$n_2 = f(U_{gem})$ (figuur 119)

$\Delta h = f(U_{gem})$ (figuur 120)

$n_2 = f(R_{gem})$ (figuur 121)

$R_{gem} = f(h_{gem})$ (figuur 122)

Uit deze grafieken kunnen we het volgende afleiden :

- de gemiddelde hydraulische straal en de gemiddelde waterdiepte zijn onafhankelijk van de gemiddelde stroomsnelheid; dit is ook logisch vermits debiet en waterpeil in het fysisch model los van elkaar kunnen ingesteld worden;

- de ruwheidscoëfficiënt is geen functie van de gemiddelde stroomsnelheid;

- het verval over de meetsectie neemt lineair toe met de gemiddelde stroomsnelheid; het heeft dus geen zin om voor de werkelijke nevengeul te lage stroomsnelheden te verkiezen want dit zou een enorme lengte noodzakelijk maken; we stellen verder vast dat bij een gemiddelde stroomsnelheid van 0,3m/s het verval reeds 12cm bedraagt voor de meetsectie van 19,7m; extrapoleren we dit lineair dan kunnen we de lengte voor een nevengeul te Asper schatten op 433m;

- de ruwheidscoëfficiënt is onafhankelijk van de hydraulische straal; in [22] tot [27] vinden we echter terug dat dit wel functie is ($k = 1/n = 22,7\ R^{0,20}$); in dit laatste geval gaat het evenwel over ruwheid die uitsluitend afkomstig is van de ruwheid in bodem en taluds: hoe hoger het waterpeil in dergelijke geul, hoe minder belangrijk deze ruwheid wordt; in het fysisch model daarentegen is het belangrijkste deel van de ruwheid afkomstig van de bakstenen die werkzaam zijn over de ganse waterkolom, waardoor de ruwheid onafhankelijk wordt van de waterdiepte; het is dus belangrijk dat deze ruwheidselementen in de werkelijke nevengeul overvloedig aanwezig zijn;

- de hydraulische straal is functie van de waterdiepte, zoals reeds bleek in bovenstaande figuur; uit dezelfde figuur blijkt eveneens dat de hydraulische straal ook functie is van de bodembreedte;

- uit de theorie der verhanglijnen [30] blijkt tenslotte dat de ruwheidscoëfficiënt $0{,}112 s/m^{1/3}$ bedraagt : de vereenvoudigde formule 17 blijkt eveneens betrouwbare resultaten te genereren voor de te ontwerpen lengte van de nevengeul en geeft een ruwheidscoëfficiënt van $0{,}100 s/m^{1/3}$ die eerder aan de veilige kant ligt.

BESLUIT :

Voor het bepalen van de lengte van een nevengeul kan gebruik gemaakt worden van de vereenvoudigde formule 17.

Hierbij is de aangewezen ruwheidscoëfficiënt $n = 0{,}100 s/m^{1/3}$ (of $k = 10 m^{1/3}/s$). Deze ruwheidscoëfficiënt werd onderzocht voor een gemiddelde hydraulische straal van 0,15m tot 0,25m en waterdieptes van 0,20m tot 0,40m en is geldig indien aan een van beide bereiken voldaan wordt;

Het is evenwel belangrijk dat alle opgesomde ruwheidselementen aanwezig zijn en zich doen voelen over de ganse waterdiepte. Het leidt geen twijfel dat in dat geval deze ruwheidscoëfficiënt kan aangehouden worden voor grotere bodembreedtes. Hierdoor wordt het mogelijk een groter debiet te bekomen

8. 3 ONTWERP VAN DE NEVENGEULEN

Op basis van voorgaande paragrafen kan men nu besluiten dat alle parameters voldoende gekend zijn om op een snelle en eenvoudige manier een nevengeul te ontwerpen. Maar net als voor de vistrap (en zoals voor elke soort vispassage) zijn er nog criteria waaraan moet voldaan worden om een efficiënte vispassage te ontwerpen.

In de eerste plaats moet er een goede lokstroom gecreëerd worden. Dit betekent dat 10% à 15% van het meest voorkomend debiet in de rivier langs de nevengeul moet geleid worden. Voor Asper, Oudenaarde en Kerkhove komt dit dus neer op $2{,}5 m^3/s$. Dit debiet zal dan door de aangepaste ingangsconstructie omgezet worden in een efficiënte lokstroom juist afwaarts van de turbulente stuwuitstroom. Zoals aangetoond is dit 20m à 30m voorbij de afwaartse zijde van de segmentstuwen.

Verder zal ook hier een droogzetconstructie moeten voorzien worden die verhindert dat bij lage afvoer in de Bovenschelde het waterpeil niet kan in stand gehouden worden. Om te voorkomen dat in dit laatste geval de nevengeul daarbij volledig droog zou komen te staan, is het belangrijk het traject, dat de vissen moeten afleggen, met enkele diepere poelen uit te rusten waarin de vissen kunnen overleven. In de vereenvoudigde berekening, voorgesteld in vorige paragraaf, wordt met het effect op de verhanglijn in de neven-

geul door deze poelen geen rekening gehouden. Binnen zekere perken (nl. lengte van alle poelen ten opzichte van totale lengte van nevengeul is veel kleiner) schept dit evenwel geen nadelige vereenvoudiging. Bovendien zorgt het eventueel smaller maken van de poelen voor een stijging van het waterpeil in de nevengeul, die het verminderen van het waterpeil door het verdiepen ter plaatse van de poelen volledig compenseert.

Er rest tenslotte alleen nog het bepalen van de gemiddelde waterdiepte, de bodembreedte (in de veronderstelling dat de helling van de taluds van de nevengeul 2:1 bedragen) en de lengte. Dit alles in functie van het verval van elk van de drie stuwen. De te volgen werkwijze baseert zich hierbij op volgende drie formules :

$$U = \frac{1}{n} R^{1/6} \sqrt{R \frac{\Delta h}{L}} \quad (18)$$

$$R = \frac{A}{P} = \frac{bh + 2h^2}{b + 2\sqrt{5}\,h} \quad (19)$$

$$Q = UA = U\left(bh + 2h^2\right) \quad (20)$$

Hierin zijn het debiet Q, de ruwheidscoëfficiënt n en het verval Δh gekend (respectievelijk 2,5m³/s, 0,100 s/m$^{1/3}$ en 2,64m voor Asper).

De hydraulische straal R en de gemiddelde stroomsnelheid zijn vrij te kiezen parameters die zullen bepaald worden door het soort vissen waarvoor de nevengeul aangelegd wordt. In dit geval is dit $U<0,5$m/s en $R>0,15$m. Er blijven dus nog drie onbekenden over : de bodembreedte b, de waterdiepte h en de lengte L. Vermits we beschikken over een stelsel van drie vergelijkingen is het perfect mogelijk om voor elke gekozen combinatie van U en R één oplossing te bekomen. De resultaten worden hieronder gegeven :

$$L = \frac{R^{4/3}\Delta h}{n^2 U^2} \quad (21)$$

$$h = \frac{Q - \sqrt{Q^2 - 9{,}89\,QUR^2}}{4{,}94\,UR} \quad (22)$$

$$b = \frac{Q}{Uh} - 2h \quad (23)$$

U	R	h	b	L

(m/s)	(m)	(m)	(m)	(m)
0,3	0,15	0,15	54,8	234
0,4	0,15	0,15	40,9	132
0,5	0,15	0,15	32,6	84
0,3	0,20	0,20	40,7	343
0,4	0,20	0,20	30,3	193
0,5	0,20	0,20	24,1	124
0,3	0,25	0,26	32,2	462
0,4	0,25	0,26	23,8	260
0,5	0,25	0,26	18,8	166
0,3	0,30	0,31	26,4	589
0,4	0,30	0,31	19,4	331
0,5	0,30	0,32	15,2	212
0,3	0,35	0,36	22,2	724
0,4	0,35	0,37	16,2	407
0,5	0,35	0,37	12,6	260
0,3	0,40	0,42	18,9	865
0,4	0,40	0,43	13,7	486
0,5	0,40	0,44	10,5	311

Resultaten voor Asper met Δh = 2,64m.

U (m/s)	R (m)	h (m)	b (m)	L (m)
0,3	0,15	0,15	54,8	165
0,4	0,15	0,15	40,9	93
0,5	0,15	0,15	32,6	59
0,3	0,20	0,20	40,7	242
0,4	0,20	0,20	30,3	136
0,5	0,20	0,20	24,1	87
0,3	0,25	0,26	32,2	325
0,4	0,25	0,26	23,8	183
0,5	0,25	0,26	18,8	117
0,3	0,30	0,31	26,4	415
0,4	0,30	0,31	19,4	233
0,5	0,30	0,32	15,2	149
0,3	0,35	0,36	22,2	510
0,4	0,35	0,37	16,2	287
0,5	0,35	0,37	12,6	184
0,3	0,40	0,42	18,9	609
0,4	0,40	0,43	13,7	343
0,5	0,40	0,44	10,5	219

Resultaten voor Oudenaarde met Δh = 1,86m.

U (m/s)	R (m)	h (m)	b (m)	L (m)
0,3	0,15	0,15	54,8	120
0,4	0,15	0,15	40,9	67
0,5	0,15	0,15	32,6	43
0,3	0,20	0,20	40,7	175
0,4	0,20	0,20	30,3	99
0,5	0,20	0,20	24,1	63
0,3	0,25	0,26	32,2	236
0,4	0,25	0,26	23,8	133
0,5	0,25	0,26	18,8	85
0,3	0,30	0,31	26,4	301
0,4	0,30	0,31	19,4	169
0,5	0,30	0,32	15,2	108
0,3	0,35	0,36	22,2	370
0,4	0,35	0,37	16,2	208
0,5	0,35	0,37	12,6	133
0,3	0,40	0,42	18,9	442
0,4	0,40	0,43	13,7	249
0,5	0,40	0,44	10,5	159

Resultaten voor Kerkhove met Δh = 1,35m.

Door nu een combinatie voor U en h (en niet R) te kiezen, die beantwoordt aan de biologische randvoorwaarden (i.e. voldoende lage stroomsnelheid en voldoende waterdiepte), bekomt men op basis van bovenstaande tabellen onmiddellijk een oplossing voor b en L.

BESLUIT :

Op het congres van Wenen werd gesteld dat de gemiddelde stroomsnelheid best niet hoger wordt dan 0,5m/s. Door de nevengeul uit te voeren zoals aangetoond, zal in een dwarsdoorsnede waarin grote stortstenen als ruwheidselement werden gebruikt de snelheid toenemen. Daar deze stortstenen een dwarsdoorsnede met wel 20% vernauwen, is het daarom beter U = 0,4m/s als gemiddelde stroomsnelheid aan te houden. Voor de waterdiepte is het belangrijk toch wel 0,35m aan te houden om ook aan grotere vissen de kans te geven door de nevengeul te zwemmen. Op basis van deze criteria bekomt men :

	b(m)	L(m)	h(m)
Asper	16,2	407	0,37
Oudenaarde	16,2	287	0,37
Kerkhove	16,2	208	0,37

Voor de nevengeul te Asper werd tenslotte een ontwerp opgemaakt in de figuren 123 tot 125.

9. BESLUITEN EN AANBEVELINGEN.

Bij het onderzoek van een vistrap als migratiemogelijkheid voor de stuwen op de Bovenschelde werd een grondige evaluatie van buitenlandse ervaringen uitgevoerd. De meeste vismigratievoorzieningen in het buitenland zijn voornamelijk gericht op zalmachtigen en veel minder op vissoorten voor laaglandbeken. Op het internationaal congres “Fish Migration and Fish Bypass-channels” te Wenen in september 1996 werd bovendien vastgesteld dat veel uitvoeringen niet naar behoren werken omdat de vissen niet in staat zijn om de ingang te vinden. In Nederland is er wel ervaring met deze vissoorten en werden meerdere V-vormige vistrappen (figuur 9) gebouwd op de Ijssel, de Vecht en zelfs de Maas. In de laatste generatie vistrappen die op de Maas begin van de negentiger jaren werden gebouwd, werden alle overlaten uitgevoerd als brede stortstenen drempels (figuur 10). In situ onderzoek heeft aangetoond dat deze vistrappen effectief migratie toelaten, ook voor minder sterke vissoorten zoals die op de Bovenschelde voorkomen. Over de doelmatigheid ervan, i.e. het aantal gemigreerde vissen in verhouding tot het aanbod, werd nog geen onderzoek gerapporteerd. Ook in Vlaanderen is er enige ervaring met vistrappen op enkele kleine rivieren zoals de Velpe en de Kleine Gete.

Op het internationaal congres te Wenen werd gesteld dat voor migratiehindernissen op laaglandrivieren, een nevengeul een meer geschikte oplossing zou betekenen indien de stroomsnelheid hierin zou beperkt blijven tot 0,5m/s. Een nevengeul biedt als voordeel dat zij zeer eenvoudig is van constructie, wat de kostprijs drukt. Bovendien vormt een nevengeul op zich een voedings- en paaiplaats voor de vissen, in tegenstelling tot een vistrap. Zij kan ook veel makkelijker aangepast worden indien bepaalde onvolkomenheden nog steeds de vismigratie niet volledig toelaten. Als nadeel kent de nevengeul de grote lengte die zij nodig heeft. Deze lengte kan echter gereduceerd worden indien men zoveel mogelijk natuurlijke hindernissen voorziet zoals rotsen, boomstronken en waterplanten.

9. 1 Besluiten voor zowel vistrap als nevengeul.

De huidige kennis omtrent het ontwerpen van vispassages laat onvoldoende toe om deze optimaal te dimensioneren. De voornaamste hiaten betreffen de situering van de ingang van de vistrap ten opzichte van de stuw en de effectiviteit van de lokstroom die het de vissen moet mogelijk maken deze ingang te lokaliseren. Beide zullen afhankelijk zijn van de grootte van het meest voorkomende debiet op de rivier waar de migratiehindernis zich voordoet.

Om hierop antwoord te kunnen geven werd een schaalmodel (lengteschaal 10) gebouwd van de nieuwe stuw en het afwaarts pand van de stuwgeul. Hierin werden hydraulische proeven uitgevoerd voor het opmeten van de turbulente stuwuitstroom. Vissen als de beekforel, winde, riviergrondel en rietvoorn werden erin uitgezet om de effectiviteit van de lokstroom te kunnen nagaan.

Analyse van de debietswaarnemingen en het onderzoek in dit schaalmodel hebben het volgende aangetoond :

1. het meest voorkomend debiet tussen 1988 en 1995 voor de drie stuwen te Asper, Oudenaarde en Kerkhove bedraagt 20m³/s; 57% van de waarnemingen blijkt tussen 10m³/s en 30m³/s te liggen;

2. in een turbulentiezone aan een stuw met bovenstaande klep drie delen kunnen onderscheiden worden ; het tweede deel is het belangrijkste omdat de vissen die in het schaalmodel werden gebruikt, zich verspreid ophielden in dit deel wanneer zij er niet in slaagden om voorbij de stuw te migreren;

3. uit opmetingen van de turbulentiezone in het schaalmodel en in situ aan de oude stuw te Asper in het najaar van 1997, werd afgeleid dat de ingang van de vistrap zich best zou situeren 20m à 30m afwaarts van de stuw; dit komt ongeveer overeen met de gemiddelde plaats van het tweede deel van de turbulentiezone voor een debiet tussen 10m³/s à 30m³/s;

4. uit de proeven met vissen in het schaalmodel voor een debiet van 20m³/s over de stuw blijkt dat de combinatie van een juiste vorm van de ingangsconstructie met een voldoende minimaal debiet over de vispassage leidt tot een effectieve lokstroom : deze ideale vorm bestaat uit een licht verdronken strekdam, evenwijdig aan de rivieras, welke een nauwe opening creëert tussen rivier en vispassage; samen met een minimaal vispassagedebiet van 2,5m³/s (i.e. 10% à 15% van het meest voorkomend debiet op de rivier) veroorzaakt dit een voldoende krachtige lokstroom haaks op de rivieras; de stroomsnelheden door deze opening worden niet hoger dan 1,0m/s; de ontwerpen voor dergelijke ingangsconstructie zijn terug te vinden in de figuren 81-85;

5. om het onderhoud van de vispassage mogelijk te maken of om te verhinderen dat het waterpeil in het opwaarts pand niet kan in stand gehouden worden, is het noodzakelijk een droogzetconstructie te ontwerpen; men kan ervoor kiezen deze volledig te integreren in de hoogste overlaat van de vistrap of in de bodem van de nevengeul, dit omwille van het esthetisch aspect; voor de beide systemen kan dit ook eenvoudiger uitgevoerd worden door middel van een hefschuif; de ontwerpen voor een esthetische droogzetconstructie voor wat betreft een vistrap zijn terug te vinden in de figuren 79 en 80;

6. wanneer we de wintermaanden november tot en met februari schrappen uit de debietswaarnemingen op de Bovenschelde voor de periode 1988-1995 (vermits er dan nauwelijks vismigratie plaatsvindt) dan stellen we vast dat 77,16% van de waarnemingen tussen 5,0m³/s en 30 m³/s ligt; vermits het redelijk is aan te nemen dat het lokstroomdebiet van 2,5m³/s werkzaam zal zijn in dit debietsinterval, dan kunnen we aannemen dat de vispassage vismigratie zal mogelijk maken gedurende 77% van de migratieperiode op een jaar.

9. 2 Besluiten over de vormgeving van de vistrap.

Zowel in Nederland als in Vlaanderen werd schaalonderzoek uitgevoerd naar het stromingspatroon over een V-vormige vistrap. Daaruit kunnen volgende ervaringsregels worden aangehouden :

1. de verdrinkingsgraad van de overlaten is minimum 50%;
2. de diepte of apex van de vistrap tussen twee overlaten bedraagt minimum 0,80m;
3. om voldoende energiedemping te bekomen in de vistrap, dienen de overlaten voldoende ver van elkaar geplaatst te worden (dit is debietsafhankelijk) en kunnen stortstenen geplaatst zoals in figuur 17 hiervoor een hulpmiddel zijn;
4. het trapverschil tussen twee overlaten bedraagt maximum 15cm.
5. bij een vistrapdebiet van 2,50m³/s bedraagt de minimale tussenafstand tussen twee overlaten minstens 8,0 m.

Rekening houdend met deze ontwerpparameters en met het vereiste debiet van 2,5m³/s is het mogelijk gebleken een vistrap te ontwerpen zodanig dat de *gemiddelde* snelheid boven elke V-vormige overlaat niet hoger wordt dan 1,0m/s. Hiervoor is het nodig een trapverschil te voorzien van 14cm bij een verdrinkingsgraad van 80%. Voor de vistrappen te Asper, Oudenaarde en Kerkhove leidt dit respectievelijk tot 19, 14 en 10 V-vormige overlaten. Het trapverschil kan voor de drie vistrappen nog verkleind worden tot 11cm à 8cm. De gemiddelde stroomsnelheid wordt hierdoor echter met maximum 20% gereduceerd, terwijl er 25% à 50% meer overlaten nodig zijn, zodat dit niet als een zinvolle oplossing wordt beschouwd.

Er wordt voorgesteld om de kern van de V-vormige overlaten te bouwen met damplanken. Dit laat toe om de gewenste trapverschillen exact te verwezenlijken. Het verhindert ook dat de vistrap leegloopt wanneer hij afgesloten wordt van het opwaarts pand van de rivier bij te lage afvoer. Bovendien kunnen de stenen er makkelijk tegenaan gestort worden onder het juiste talud. Indien men de kostprijs voor de damplanken te hoog vindt, dan moet men bedenken dat het niet eenvoudig zal zijn om een trapverschil te bekomen van maximum 14cm met stortstenen van 10cm à 20cm. De stortstenen zullen in dat geval alleen met de hand stuk voor stuk kunnen geplaatst worden.

De ontwerpen voor een vistrap te Asper zijn terug te vinden in de figuren 89 en 92-93.
De ontwerpen voor een vistrap te Oudenaarde zijn terug te vinden in de figuren 94 en 96-97.
De ontwerpen voor een vistrap te Kerkhove zijn terug te vinden in de figuren 98 en 100-101.
De ontwerpen voor de V-vormige overlaten zijn terug te vinden in de figuren 86-88.

In het schaalmodel zijn tenslotte proeven uitgevoerd voor de combinatie van een vistrap, waarover slechts 0,5m³/s geleid wordt met een toevoerbuis waardoor de overige 2,0m³/s van het nodige lokstroomdebiet stroomt. Het doel was de gemiddelde stroomsnelheid over de V-vormige overlaten nog verder te verminderen tot slechts 0,58m/s. Er is geble-

ken dat dit praktisch niet realiseerbaar is : voor Asper zouden hiervoor alleen al 63 overlaten nodig zijn met een trapverschil van 4cm.

Het is duidelijk dat deze regels van toepassing zijn voor vistrappen op grote rivieren waarvoor het nodig is een vistrapdebiet te creëren van $1m^3/s$ à $5m^3/s$. Veel migratiehindernissen bevinden zich ook op kleine rivieren waarbij in de rivier zelf dikwijls slechts een debiet voorkomt van amper $1m^3/s$. De vistrap zal dan over de ganse breedte van het riviertje gebouwd worden. Hiervoor is het niet noodzakelijk een apex van 0.80m te voorzien en een tussen afstand van 8.0m. Dit mag best kleiner worden en meer in overeenstemming met de waterdieptes van het riviertje zelf. Het is wel noodzakelijk voldoende verdrinkingsgraad te behouden, wat betekent dat voor dergelijk klein debiet, het trapverschil best kleiner gehouden wordt dan 10cm. Ook het aanbrengen van stortstenen (met weliswaar kleinere kalibers) moet nog steeds zorgvuldig gebeuren.

9. 3 Besluiten over de vormgeving van een nevengeul.

Voor het bepalen van de juiste dimensies van een nevengeul en vooral van de nodige lengte is het kennen van de weerstand tegen stroming afkomstig van de ruwheid van de bedding van de nevengeul zeer belangrijk.

Omdat er te weinig literatuurgegevens bekend zijn om deze ruwheid in de wiskundige bepaling van deze dimensies voldoende nauwkeurig te vertalen, werd een schaalmodel gebouwd van een stuk nevengeul van 20m lang. Hierin werd de ruwheid op ware grootte nagebootst en werd vooral getracht de ruwheid zoveel mogelijk op te drijven op een zo natuurvriendelijke manier. De wiskundige vertaling van deze ecologische ruwheid in een wiskundige ruwheidscoëfficiënt kon alzo worden opgemeten. Het blijkt dat voor deze coefficiënt n (coëfficiënt van Manning) een waarde van $0{,}100 s/m^{1/3}$ mag aangehouden worden. Dit op voorwaarde dat al de ruwheidselementen zoals in het schaalmodel aangebracht eveneens in de werkelijke nevengeul verwezenlijkt worden.

Er is verder aangetoond dat het met de formules 21 tot 23 mogelijk is om op eenvoudige wijze voldoende betrouwbare dimensies te begroten voor bodembreedte, waterdiepte en vooral totale lengte van de nevengeul in functie van het gewenste debiet. Voor de werkelijke nevengeul kunnen nog meer biotoopverbeterende structuren aangebracht worden dan deze onderzocht in het schaalmodel. Voor zover deze geen te bruuske en te grote wijzigingen veroorzaken in de berekende basisafmetingen van de nevengeul, is het toegelaten de voorgestelde ruwheidscoëfficiënt te behouden voor deze formules. De resultaten van deze formules tonen aan dat voor een debiet van $2{,}5m^3/s$ bij een gemiddelde stroomsnelheid van 0,4m/s, een waterdiepte van 0,37m en een bodembreedte van 16,2m volgende lengtes nodig zijn :

- Asper 407m
- Oudenaarde 287m
- Kerkhove 208m

Met deze formules kunnen dus op eenvoudige wijze de basisafmetingen bepaald worden van een nevengeul. De enige voorwaarde is dat men de voldoende aan te brengen ruwheid respecteert.

Op basis van deze gegevens is in de figuren 123 tot 125 een ontwerp gemaakt voor een nevengeul te Asper waarin wordt rekening gehouden met de nodige ruwheidselementen die in alle geval dienen verwezenlijkt te worden. Er werden ook enkele verdiepingen en verwijdingen in het ontwerp aangebracht.

9. 4 Eindbeoordeling

Algemeen kan men dus besluiten dat een vistrap gebouwd zoals hier voorgesteld, hydraulische condities creëert die voor de meeste vissoorten, ook deze met minder zwemcapaciteiten, overbrugbaar zijn. De constructie op zich blijft door het gebruik van uitsluitend grote stortstenen en de opeenvolging van diepe 'bakken water' vrij onnatuurlijk voor de vissen en heeft dus als enige functie het passeerbaar maken van de migratiehindernis. Voor belangrijke rivieren, zoals de Bovenschelde, met een aanzienlijk vistrapdebiet, worden de V-vormige overlaten al vlug vrij zware constructies in stortsteen en damplanken, waardoor de kostprijs voor de bouw zelf ook vlug oploopt. Voor migratiehindernissen met slechts een heel beperkt verval en een klein debiet, waarvoor slechts enkele kleinere overlaten (<5) nodig zijn, vormt de vistrap echter een ideale en eenvoudige oplossing.

Een nevengeul heeft echter meer te bieden dan een vistrap, ondanks zijn grotere benodigde lengte. De ruwheid ervan heeft als functie de gemiddelde stroomsnelheid zo laag mogelijk te houden (minder dan de helft van een vistrap) en voldoende waterdiepte voor alle vissoorten (maar toch veel kleiner dan de bakken water van de vistrap) te voorzien in een zo kort mogelijke lengte, die nauwelijks twee keer zo groot is als deze van een vistrap. Deze ruwheid is bovendien niet uitsluitend afkomstig van stortstenen, maar ook van boomstronken, waterplanten en talrijke onregelmatigheden in de taluds van de nevengeul.

Door de aanzienlijke breedte van de nevengeul is het mogelijk om ook op tal van plaatsen kleine stroomversnellingen te creëren, wat de nevengeul eveneens aantrekkelijk maakt voor sterkere zwemmers. Het aanbrengen van ruwheid leent zich ook goed voor het aanbrengen van allerlei biotoopverbeterende structuren zoals riffels, kunstmatige paaiplaatsen, schuilplaatsen en verdiepingen. Al deze gecombineerde elementen maken een nevengeul hierdoor bijzonder multifunctioneel.

Ook de verwezenlijking is veel eenvoudiger. Het is niet meer noodzakelijk om heel precies overlaten t.o.v. elkaar te positioneren via het gebruik van damplanken, vervolgens grote stortstenen er tegenaan te plaatsen en deze te fixeren met vloeibaar beton. Het volstaat een geul te graven volgens de berekende afmetingen en vervolgens deze aarden geul op te vullen met zoveel mogelijk ruwheidselementen en biotoopverbeterende structuren, die dikwijls ter plaatse kunnen gevonden worden. Het is hierbij aangewezen dat bij het aanleggen van de nevengeul er een goede coördinatie is tussen hydraulici en biologen. Het gevaar is namelijk niet denkbeeldig dat overgedimensioneerde paaiplaat-

sen worden ingebouwd, die in het opwaarts gedeelte van de nevengeul een te grote daling van het waterpeil zouden veroorzaken en daardoor een sterke toename van de stroomsnelheid met zich meebrengen. Een meer gedetailleerde berekening in functie van de voorgestelde natuurtechnische verbeteringen kan hieraan helpen voorkomen.

Het rendement van de vistrap, evenals van de nevengeul, tenslotte wordt uitsluitend bepaald door de effectiviteit van de lokstroom en hangt dus af van de combinatie ‘optimale ingangsconstructie-minimaal vispassagedebiet’. Hierover kan alleen in situ onderzoek uitsluitsel geven, waarbij men een vergelijking maakt tussen het aanbod aan migrerende vissen en het aantal vissen dat erin slaagt over de vispassage te migreren.

9. 5 Aanbevelingen

1. Zowel uit de proeven op schaalmodel als uit de metingen aan de oude stuw te Asper is gebleken dat het vaststellen van de grenzen van de turbulentiezone geen eenvoudige zaak is. Vooral op de metingen in situ zit er een aanzienlijke spreiding in de resultaten. Verder werd opgemerkt dat de vissen in het schaalmodel zich verspreid ophielden in het tweede deel van de turbulentiezone. Er werd echter gebruik gemaakt van jonge vissen onder stromingscondities die drie keer minder zwaar zijn dan in werkelijkheid.

   Vermits de stuw op de Leie dezelfde is als de nieuw geplande stuwen op de Bovenschelde, verdient het daarom aanbeveling om aan deze stuw na te gaan waar vissen zich ophouden in de stuwgeul in functie van het debiet over de stuw. Dit zou toelaten om op meer adequate manier de locatie afwaarts van de stuw te vinden waar de ingangsconstructie voor de vispassage dient gebouwd te worden. Dit werk zal trouwens voor iedere nieuwe stuw moeten herhaald worden. Het Instituut voor Natuurbehoud beschikt hiervoor over de nodige middelen.

2. Voor de bepaling van de stroomsnelheden boven een V-vormige overlaat werd gebruik gemaakt van de onderzoeksresultaten van Boiten [11], mits een kleine aanpassing aan de hogere verdrinkingsgraden. In principe zijn deze resultaten alleen geldig voor overlaten met een gladde en smalle bovenzijde en niet voor de brede stortstenen bovenzijde van de voorgestelde overlaten. Voor de bepaling van de gemiddelde stroomsnelheid vormen deze resultaten evenwel een voldoende nauwkeurige benadering. Voor zwakke zwemmers zijn echter de optredende minimale stroomsnelheden bepalend. Vermits deze stroomsnelheden voorkomen in de gedeelten van de vistrapoverlaten waar de stortstenen de overstortlaag sterk verstoren en waar bijgevolg de waterdieptes vrij klein zijn, verdient het aanbeveling om de stroomsnelheden in deze gedeelten op te meten met meettoestellen die toelaten te werken in waterhoogtes van maximum 3cm. Dit kan alleen uitgevoerd worden op een werkelijk gebouwde vistrap. Het doel is meer nauwkeurige kennis van de werkelijke stroomsnelheden in een vistrap te bekomen wat zou ten goede komen aan nieuw te ontwerpen vistrappen.

Dit onderzoek is mogelijk gemaakt dankzij een nauwe samenwerking tussen het IBW en het WL en werd uitgevoerd van januari 1997 tot juni 1998.

september 1998

Voor het Waterbouwkundig Laboratorium

Voor het Instituut voor Bosbouw en Wildbeheer

Projectleider

Projectmedewerkers

Youri Meersschaut

Daniël De Charleroy

Hilde Verbiest

Gezien,

Gezien,

Freddy Wens
Hoofd Waterbouwkundig Laboratorium

Jos Van Slycken
Wetenschappelijk Directeur

LITERATUURLIJST

1. “Passes à poissons, expertise et conception des ouvrages de franchissement”; 336 pp.; Paris :

1.1 J.P. Porcher, F. Travade	Dispositifs de franchissement : Bases biologiques, limités et rappels régle-mentaires; p.16-34.
1.2 M. Larinier	Généralités sur les dispositifs de franchissement; p.36-46.
1.3 M. Larinier	Facteurs biologiques à prendre en compte dans la conception des ouvrages de franchissement, notions d’obstacle à la migration; p.48-62.
1.4 M. Larinier	Implantation des passes à poissons; p.64-84.
1.5 M. Larinier	Passes à bassins successifs, pré-barrages et rivières artificielles; p.86-120.
1.6 M. Larinier	Les passes à ralentisseurs; p.126-150.
1.7 M. Larinier	Le franchissement des buses, des seuils en enrochements et des ouvrages estuariens; p.172-186.
1.8 M. Larinier, F. Travade	Ecluses et ascenseurs à poissons; p.152-171
1.9 M. Larinier, F. Travade	La conception des dispositifs de franchissement pour les aloses; p.190-203.
1.10 M. Larinier, F. Travade	Les techniques de controle des passes à poissons; p.232-249.
1.11 M. Larinier, F. Travade	La migration de dévalaison, problèmes et dispositifs; p.252-264.
1.12 M. Larinier, J.P.Porcher	Conception des projects de passes suivi des chantiers, couts, études sur modèles réduits; p.216-231.
1.13 J.P. Porcher	Les passes à anguilles; p.204-215.
1.14 F. Travade, C. Gosset	Barrières d’arrêt et de guidage pour la migration de montaison.

2. “Vismigratie, visgeleiding en vispassages in Nederland, lezingen en posterpresenta-ties van de Studiedag Vismigratie” Jaarbeurs Utrecht te 15 december 1993; 279 pp.; Nieuwegein, Nederland; maart 1994 :

2.1 A.J.P. Raat	Aspecten van vismigratie in zoet water in Nederland; p.11-24.
2.2 B. Steinmetz & P.e.Th.M. Post	Overheidsbeleid gericht op herstel trekvis; p.25-34.
2.3 M.H. Kraal	Herstel en verbetering van vismigratie als onder-deel van het visstandbeheer; p.35-42.
2.4 A.J. Gelok	Landinrichting en vispassages; p.43-58.
2.5 J. Quak	Klassificatie en typering van de visstand in het stromend water; p.59-84.
2.6 J. Quak	Beoordeling ecologisch rendement vispassages; p.85-100.

2.7 T. Bult R. Haedrich S. Riley, J. Gibson — Onderzoek naar de relatie tussen habitat en populatiedichtheid bij jonge salmoniden in Newfoundland, Canada; p.101-108.
2.8 J. H. Kemper — Hydro-akoestisch onderzoek en vismigratie; p.109-120.
2.9 P. Riemersma — Biologische aspecten bij het ontwerp van vispassages, p.121-134.
2.10 W. Boiten — Hydraulische aspecten bij het ontwerp van vispassages, p.135-146.
2.11 F.T. Vriese — Stroomafwaartse visgeleiding bij waterkracht-centrales; p.147-172.
2.12 R.H. Hadderingh — Onderzoek naar visafleiding bij waterkrkacht-centrales in Nederland; p.173-186.
2.13 W.J.M. Muyres — Vistrappen in het stroomgebied van de Maas; p.187-200.
2.14 R.L.P. Lanters — Onderzoek aan vispassages : monitoring van de visoptrek; p.201-212.
2.15 G. Van Beeck, H. Sips — Migratie van anadrome vis in de Benedenrivieren; p.213-218.
2.16 W.G.J. de Wit — Stuw en vispassage in de Lanbroeker Wetering; p.219-228.
2.17 G. Schmidt — Vismigratie in het beeksysteem Enschede-zuid; p.229-236.
2.18 R.E.M.B. Gubbels — De Voer vrij van vismigratieknelpunten : Voorbeeld van een V-vormige bekkentrap ter plaatse van de Graanmolen te Eijsden.

3. "Fish Migration and Fish Bypass-Channels"; verslag van het Internationaal Congres te Wenen; 24-26 september 1996, Oostenrijk :
3.1 T.G. Northcote — Migratory Behaviour of Fish and its Significance to Movement through Riverine Fish Passage Facilities; p.10.
3.2 M. Jungwirth — River continuum and Fish migration; p.11.
3.3. A. Peter — Interruption of the river continuum and the consequences for migratory fish; p.11.
3.4 F.W. Allendorf — Genetic and demographic effects of fragmentation and isolation of fish populations; p.11.
3.5 G. Golmann — The impact of river equipment on the genetic structure of European fish populations; p.12.
3.6 M. Larinier — Upstream and downstream fish passage experience in France; p.12.
3.7 T. Brenner — The Rhine programme: "Salmon 2000"; p.12.
3.8 J. Nielsen — Fish migration and status for the fish passage facilities in Danish lowland streams; p.12.
3.9 J. Bochechas — Fishways in Portugal : past and present situation - perspectives for the future; p.13.
3.10 B. Elvira — A catalogue for fish passes at dams in Spain; p.13.
3.11 J. Kubecka — Adverse ecological effects of small bypass type hydropower in Czech Republic; p.13.
3.12 H. Waidbacher — Fish migration and fish passage facilities in the Danube today and in the past; p.14.

3.35 R.J. Gebler	Natural-like fish ramps and fish bypass-channels in German; p.23.
3.36 J. Böhmer	Conditions for succesful upstream passage through fish-ways as derived from field data and an experimental flume; p.23.
3.37 P. Parasiewicz	Framework for construction and monitoring of nature-like bypass-channels; p.23.
3.38 J. Eberstaller	The effectiveness of two nature-like bypass in aiding the upstream migration of a rhithral fish assemblage; p.24.
3.39 H. Mader	The effectiveness of fish bypass-channels in lowland river sections at the Marchfeldkanal in Austria; p.24.
3.40 S. Schmutz	The role of nature-like bypass-channels and technical fish passage facilities in migrating efforts; p. 24.

4. R. Verhoeven, L. Van Poucke, P. Verdonck:
“Hydraulische modelstudie van de vistrap behorende bij de stuw op de Dijle te Rotselaar”; Universiteit Gent, Laboratorium voor Hydraulica; 55 pp.; mei 1993.

5. R. Verhoeven, L. Van Poucke, P. Verdonck, W. Goderis:
“De V-vormige bekkenvistrap: een hydraulische benadering”; artikel verschenen in het tijdschrift “WATER” N° 71 januari/februari 1994.

6. J. Coeck, A. Vandelannoote, R. Yseboodt, R.F. Verheyen:
“De bouw van vistrappen voor laaglandbeken en -rivieren”; artikel verschenen in het tijdschrift “WATER” N° 61; november/december 1991.

7. J. Coeck, A. Vandelannoote, R. Yseboodt :
“Visdoorgangen voor laaglandbeken : werking, bouw en evaluatie”; 2° versie, rapport IN A.91.50, uitgegeven door Instituut voor Natuurbehoud; maart 1991.

8. A.J. Gelok, J. Hamelynck:
“Open deur voor trekkende vissen - vispassages en landinrichting”; artikel verschenen in het tijdschrift “LANDINRICHTING” N° 34; 1994.

9. R.F.M. Buskens, J. Nijhof :
“Vismigratie in Limburgse beken, mogelijkheden voor herstel en optimalisatie”; hoofdrapport; 43 pp.; Eindhoven; november 1990.

10. W. Boiten :
“Afvoerrelatie V-vormige vistrap”; landbouwuniversiteit Wageningen; Vakgroep Hydrologie, Bodemnatuurkunde en Hydraulica; 37 pp.; juli 1990.

11. W. Boiten :
“De V-vormige vistrap - Optimalisatie van het hydraulisch ontwerp”; Waterloopkundig Laboratorium; maart 1998.

12.W.J.M. Muyres :
"Vistrappen"; Ministerie van Landbouw en Visserij; nota.

13.Internationale Rijncommissie :
"Zalm 2000"; Projecten om de trekvis te helpen; 1994.

14.A. Van der Wekken, A.W. de Haas, J.W. Sneep, B. Steinmetz, A.A. Draijer, P.e.Th.M. Post, C.H. Hollestein :
"Zalm terug in onze rivieren : de verbetering van de vismigratie in de Rijn, de Maas en de Overijsselse Vecht"; Ministerie van Verkeer en Waterstaat, afdeling landbouw, natuurbeheer en visserij; 27 pp.; april 1991.

15.R.J. Gebler :
"Sohlrampen und Fishaufstiege"; 145 pp.; Walsbachtal; augustus 1991.

16.Y. Meersschaut :
"Projectnota : Vispassages op de Bovenschelde"; Waterbouwkundig Laboratorium; maart 1997.

17.E. Cornet :
Model 544 : "Vernieuwing stuwen Bovenschelde"; Dienst Hydrologisch Onderzoek; december 1995.

18.P. Riemersma en J. Quak :
"Vismigratie en de aanleg van visoptrek-voorzieningen"; Deelrapport 2 van de literatuurstudie Vispassages; Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij; Nieuwegein; OVB-Onderzoeksrapport Sa/OVB 1991-1;103 pp.; mei 1991.

19.H.P.M. Stolwijk, W. Heersmans, J.A.M. Wiegerinck :
"Inventarisatie en hydraulische evaluatie van 22 Nederlandse vispassages in 1990-1992"; Rijksinstituut voor Visserijonderzoek - Dienst Landbouwkundig Onderzoek; Rapport 93.002; maart 1993.

20.S. Yalin :
"Theory of Hydraulic Models" by M. Selim Yalin; Queen's University at Kingston, Canada; 1971.

21.H. Kobus :
"Hydraulic Modelling"; Bulletin 7; German Association for Water Resources and Land Improvement; issued in cooperation with IARH; London, 1980.

22. Ven Te Chow :
"Open-Channel Hydraulics"; International Edition; Mc Graw - Hill Inc; Singapore; 1973.

23.M. Voet, W. Dierickx :
"Ruwheidsbepalingen van in waterlopen geplaatste prefab betonelementen"; Resultaten van veldmetingen op de Wallebeek (S;245) te Zingem; Mededelingen van het Rijksstation voor Landbouwtechniek; Merelbeke; 1987; Publ. N° 95; 49 pp.

24. M. Voet, W. Dierickx :
"Ruwheidsbepalingen van waterlopen met een oeverbekleding van schanskorven"; Resultaten van veldmetingen in de Zwarte Beek (1.273) en de Molenbeek (1.270) te St.-Niklaas; artikel verschenen in het tijdschrift "WATER" N° 44, p.20-24; januari/februari 1989.

25. M. Voet, W. Dierickx :
"Ruwheidsfactoren van waterlopen met een oeverbekleding van schanskorven"; Resultaten van veldmetingen in de Wallebeek (S.245) en de Molenbeek (S.248) te Zingem; artikel verschenen in het tijdschrift "LANDINRICHTING" N° 30; p.15-18; 1990.

26. M. Voet, W. Dierickx :
"Roughness Coefficients of Waterresources Revetted with Half-Circular Concrete Pipes"; Results of Field Measurements in Watercourse (S.333) at Maarkedal; artikel verschenen in het tijdschrift "AGRICULTURE WATER MANAGEMENT"; N° 1; p.17-26; 1991.

27. M. Voet, W. Dierickx :
"Ruwheidsfactoren van waterlopen met een natuurlijke oeverbegroeiing"; Resultaten van veldmetingen in waterlopen (5.021) de Ter Erpenbeek te Herzele en (8.330) de Eeklose Watergang te Sint Laureins; Intern rapport, 19 pp.; juli 1992.

28. M. Voet :
"Ruwheidsfactoren van waterlopen met een plaatselijke oeverbekleding van schanskorven"; Resultaten van veldmetingen op de Rivierbeek (0.9) en de Hetsbergebeek (0.9.3) te Oostkamp; Intern rapport; 20 pp.; april 1994.

29. M. Voet :
"Ruwheidsfactoren van waterlopen met een natuurlijke oeverbekleding"; Resultaten van veldmetingen in waterloop (S.248) de Leedsebeek te Kruishoutem; Intern rapport; juli 1995.

30. J. Haesaerts:
"Bepaling van de coëfficiënt van Manning in smalle hydraulisch ruwe kanalen"; Thesis industrieel ingenieur; Hogeschool Antwerpen afdeling Bouwkunde; 1998.

BIJLAGE A: BEREKENING TOEVOERBUIS VOOR LOKSTROOM VISTRAPPEN

Benodigd debiet : 2,000m³/s

Algemene formule voor buis met constante diameter :

$$U = \frac{Q}{A} = \theta\sqrt{2gH} \qquad (1)$$

Q : debiet (m³/s)

U : gemiddelde snelheid (m/s)

A : sectie (m²)

θ : verlies coëfficiënt

H : verval over de buis (m)

→voor Asper : 2,64m

→ voor Oudenaarde : 1,86m

→ voor Kerkhove : 1,35m

We schatten :

$$\theta = 0{,}45$$

$$\Rightarrow U = Q / A$$

$$= 0{,}45.\sqrt{2.9{,}81 2{,}64}$$ snelheid aan uiteinde toevoerbuis

$$= 3{,}24 \text{ m / s}$$

met Q = 2,000m³/s

D = 0,89m voor ronde buis

B = 0,79m voor vierkante buis

Vermits de buis dient te eindigen in een brede uitlaat is het beter te kiezen voor een vierkante buis zodat de overgang makkelijker gaat. We kiezen dus B = 0,80m.

We hebben verder :

$$\theta = \frac{1}{\sqrt{\lambda.\frac{L}{B} + \sum \zeta}} \qquad (2)$$

met L : lengte van de buis (m)

B : breedte van de vierkante buis (m)

ζ : lokale weerstandscoëfficiënt

λ : wrijvingsweerstand per eenheid van lengte (m/m)

De wrijvingsweerstand λ wordt bepaald door de formule van White-Colebrook :

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2\log\left(\frac{k}{3{,}71B} + \frac{2{,}51}{\frac{UB}{\nu}\sqrt{\lambda}}\right) \qquad (3)$$

met k : equivalente zandkorrelruwheid (m)

ν : kinematische viscositeit (m²/s)

We hebben :

k = 0,15mm (gelast, normaal gegalvaniseerd staal)

$\nu = 10^{-6}$m²/s voor water

met de schattingen :

U = 3,24m/s

B = 0,80m

geeft dit :

λ = 0,014m/m

In het grondplan op figuur 103 zien we dat de toevoerbuis is samengesteld uit :

- 2 ellebogen onder 90° met kromtestraal R = 1,60m, zodat $\frac{R}{B} = 2$ en dus $\zeta = 0{,}29$

- 1 elleboog onder 22,5° waarvoor $\zeta = 0{,}17$

- een afsluiter waarvoor in volledig geopende stand $\zeta = 0{,}24$

- intredeverlies $\zeta = 0{,}5$

- uittredeverlies $\zeta = 1$

- de leiding is 65,0m lang met $\lambda = 0{,}014$

- trapeziumvormige overgang met verdelingsschotten $\zeta = 1{,}5$

We bekomen tenslotte :

$$
\begin{aligned}
U &= Q / A \\
&= \frac{\sqrt{2.\ 9{,}81\ 2{,}64}}{\sqrt{0{,}014\frac{65}{0{,}8} + \left(0{,}29 + 0{,}17 + 0{,}24 + 0{,}5 + 1{,}0 + 1{,}5\right)}} \\
&= \frac{7{,}20}{\sqrt{1{,}14 + 3{,}70}} \\
&= 0{,}45.7{,}20 = 3{,}3 \quad m / s
\end{aligned}
$$

Onze schatting was goed en dus ook onze buisdiameter.

We kunnen m.a.w. een debiet leveren van 2,00m³/s met een doorstroomsectie van 0,64m² of een diameter van 0,90m voor een ronde buis, of een zijde van 0,80m voor een vierkante buis.

We berekenen tenslotte nog de doorstroomsectie van het trapeziumvormig uiteinde van de toevoerbuis voor het debiet van 2,00m³/s.

In het schaalmodel heeft men 2 zulke openingen door de eerste of laagste overlaat getest (figuur 64) en er is gebleken dat, om de vissen aan deze overlaat niet te misleiden (zodat ze zouden verkiezen in de opening te zwemmen in plaats van over de vistrap te migreren), de gemiddelde snelheid door deze opening niet meer dan 0,25m/s mag bedragen (de doorstroomopening bedroeg 12,0 x 0,64m bij de tweede test).

Voor het definitief ontwerp is de bodembreedte b van de overlaten in de vistrap 8,0m. De hoogte van deze opening wordt bijgevolg 1,0m.

Een principeschets van deze opening wordt gegeven in de figuur 104 voor de vistrap te Asper.

Tabel : Daggemiddeld debiet te Asper in 1988 in m³/s

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1	36,7	108,0	99,5	71,8	33,5	21,9	32,3	23,3	24,2	19,8	18,7	90,3
2	65,4	123,4	104,7	66,1	42,2	26,7	29,1	23,8	30,5	17,7	21,2	69,2
3	70,3	124,4	96,7	60,6	38,7	26,6	40,0	25,9	22,6	21,3	20,9	41,6
4	69,8	135,7	104,4	59,8	40,8	38,4	49,9	23,1	19,2	18,4	21,2	88,5
5	73,9	116,8	100,9	48,7	32,6	35,9	34,5	24,0	23,9	24,3	19,2	129,0
6	85,6	107,9	83,5	55,6	30,0	30,5	35,5	24,3	17,9	48,1	18,8	94,9
7	70,5	88,3	102,5	48,5	33,1	28,5	28,8	24,9	21,7	55,3	22,1	64,5
8	56,7	106,1	99,3	48,7	33,5	25,9	31,3	20,4	22,3	34,0	19,6	54,6
9	48,5	117,0	79,5	49,6	41,3	32,8	28,7	20,6	23,1	40,9	22,4	70,0
10	63,2	126,8	66,1	45,4	42,6	28,9	27,7	24,7	17,5	50,6	22,0	90,2
11	127,9	126,5	65,4	44,4	38,9	26,0	20,5	43,9	19,0	41,7	18,1	70,9
12	91,0	116,9	72,9	40,6	34,5	28,5	24,8	22,5	21,4	31,8	23,8	60,3
13	39,8	96,7	106,0	43,2	34,2	32,1	23,2	21,0	27,2	30,4	25,1	53,6
14	65,8	79,3	149,6	45,2	31,8	24,7	50,1	21,8	32,6	27,8	21,2	50,8
15	66,0	67,3	176,2	43,6	26,9	26,4	30,6	24,6	26,1	24,3	23,5	41,8
16	65,3	63,7	170,4	44,1	33,5	25,8	26,8	24,8	24,1	22,0	20,7	44,0
17	56,4	58,9	152,6	47,7	26,8	26,7	43,8	22,6	26,4	26,7	22,7	39,3
18	54,3	54,9	121,4	48,3	27,1	24,1	40,0	16,8	23,2	25,7	22,4	38,9
19	54,7	56,6	95,2	41,0	24,6	26,0	25,7	20,4	23,2	26,9	22,2	40,9
20	54,5	49,4	78,1	40,3	25,1	26,2	27,6	25,5	22,6	24,1	32,8	44,3
21	51,6	49,0	82,8	41,2	24,3	22,4	21,4	24,4	18,9	38,5	31,5	42,6
22	62,1	48,0	75,9	34,0	22,2	25,3	29,1	26,1	22,2	29,6	23,6	41,3
23	68,9	52,5	80,7	38,5	20,9	20,5	28,1	24,2	22,4	23,5	25,1	47,4
24	84,7	67,8	85,1	38,5	22,8	24,1	63,6	21,5	21,8	28,8	25,6	46,4
25	120,2	61,3	129,9	32,0	25,3	22,0	35,1	30,4	27,6	21,5	28,3	45,6
26	126,7	56,9	135,3	33,6	38,0	28,8	33,4	21,7	19,6	25,3	25,7	35,9
27	96,2	46,5	101,1	34,4	35,2	24,0	38,2	21,6	20,3	20,0	24,0	36,1
28	128,0	50,6	85,2	28,2	36,3	25,3	22,4	22,3	21,7	24,3	21,2	33,6
29	122,2		81,2	23,7	33,1	21,0	26,2	27,4	25,2	19,3	23,3	31,6
30	119,3		89,9	34,3	32,1	21,6	25,2	26,8	19,2	18,7	67,0	31,8
31	101,2		81,2		33,6		22,1	24,7		21,2		25,8

Tabel / Daggemiddeld debiet te Asper in 1989 in m³/s

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1	34,0	29,3	59,2	29,4	41,5	21,9	22,2	28,1	19,3	15,4	14,3	12,6
2	27,4	26,7	68,2	33,5	35,9	17,0	21,3	15,9	11,7	12,5	21,9	13,4
3	31,2	24,8	86,3	36,9	28,9	24,1	16,0	14,7	16,3	11,0	22,5	15,8
4	32,2	28,2	72,3	33,5	32,0	23,9	16,2	11,6	12,0	12,5	18,5	13,1
5	38,0	31,9	62,2	53,0	34,4	33,5	21,5	16,0	12,6	12,2	20,4	16,9
6	56,8	34,6	54,2	100,2	27,7	25,1	21,3	14,3	14,3	16,5	17,1	8,5
7	52,5	28,9	65,2	129,8	32,6	26,2	25,4	14,2	16,0	20,3	16,0	17,6
8	45,3	26,8	177,0	84,8	28,3	25,6	33,5	13,5	11,3	21,3	17,9	13,4
9	44,2	27,5	161,0	61,0	33,4	26,2	22,4	10,0	13,6	14,7	14,8	17,1
10	44,6	26,7	103,1	60,8	28,5	18,5	19,6	12,1	13,9	17,5	20,9	14,1
11	37,3	25,9	69,5	57,4	42,5	23,7	18,0	13,9	10,1	16,6	22,6	15,7
12	39,6	24,8	61,3	78,0	49,6	22,5	20,1	11,7	15,8	15,0	13,5	18,3
13	46,9	27,5	57,4	61,2	30,9	17,7	13,5	12,3	25,1	17,9	13,1	20,7
14	10,9	33,2	46,9	57,5	30,8	21,9	13,7	10,3	21,3	11,3	15,6	31,3
15	39,1	33,3	50,7	60,2	29,1	18,7	17,7	13,1	31,7	19,1	14,8	26,6
16	39,0	49,3	64,3	50,0	26,1	20,0	18,2	12,0	22,6	13,4	14,4	53,8
17	33,7	33,8	86,8	51,7	29,0	20,9	17,9	12,1	16,8	12,9	15,8	28,1
18	40,2	41,5	72,1	41,7	23,9	19,6	16,2	12,6	14,1	13,1	16,3	21,2
19	32,3	47,3	56,6	36,8	27,5	19,4	15,8	11,3	18,7	17,1	14,8	26,8
20	36,5	53,6	53,4	60,6	25,2	18,9	11,9	15,7	18,8	22,7	10,1	37,8
21	33,1	50,7	49,6	77,1	27,8	16,7	13,7	11,4	16,8	21,6	16,8	34,2
22	39,8	42,3	48,0	72,7	27,0	22,6	18,0	17,6	11,6	16,8	15,2	52,3
23	36,6	45,2	46,8	61,6	26,9	17,6	19,1	12,0	9,1	10,5	16,9	52,0
24	34,3	41,1	44,8	55,2	24,0	19,6	20,1	12,2	14,5	13,4	13,5	40,7
25	31,9	46,4	42,3	59,2	17,6	13,8	20,9	10,6	11,0	11,6	10,5	26,1
26	34,2	60,5	38,8	73,1	20,9	18,7	15,3	14,7	15,8	12,9	13,9	23,9
27	32,5	53,2	45,2	59,9	21,8	25,2	15,9	16,3	13,5	12,0	12,2	24,7
28	28,1	51,2	32,8	54,5	23,4	21,9	16,8	16,6	13,0	17,2	14,1	22,7
29	27,4		38,3	39,9	23,7	25,1	14,0	13,5	12,6	20,0	15,8	16,6
30	25,0		35,2	40,4	19,6	26,0	19,7	9,0	11,5	35,0	13,0	19,4
31	33,1		32,4		22,2		19,7	20,2		22,6		22,8

Tabel : Daggemiddeld debiet te Asper in 1990 in m³/s

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1	22,1	26,8	68,5	23,3	20,0	13,4	16,5	8,6	7,9	6,1	13,3	11,0
2	18,6	35,7	58,3	16,1	16,0	27,3	9,4	3,5	9,0	6,9	15,9	12,6
3	15,9	30,1	59,2	27,9	15,4	18,9	7,7	4,9	6,4	6,0	13,4	13,3
4	20,3	27,7	46,0	23,9	15,0	22,5	9,9	11,1	5,6	6,4	17,5	8,7
5	19,1	20,8	41,1	22,7	17,4	13,5	6,9	6,0	2,8	7,3	15,3	12,8
6	15,0	25,2	37,7	16,8	13,2	14,1	13,9	4,4	5,8	7,4	13,2	9,7
7	18,4	28,4	32,7	16,5	13,9	9,9	15,9	2,6	6,7	3,7	11,7	13,3
8	17,1	30,0	24,4	19,1	15,8	13,8	15,8	6,7	12,3	6,5	7,0	11,9
9	18,3	27,4	31,8	12,9	14,5	12,6	9,2	4,8	10,5	5,1	8,5	11,6
10	22,5	22,9	28,2	17,2	16,6	16,3	12,3	2,7	7,3	4,9	5,4	13,6
11	14,3	34,0	28,1	17,8	15,0	15,9	12,2	4,8	5,4	4,3	10,0	26,5
12	17,3	38,3	32,0	19,1	17,7	12,1	8,4	7,8	4,3	7,7	13,8	37,5
13	18,9	37,7	29,7	17,3	14,1	11,1	11,7	3,2	6,7	6,4	8,0	49,6
14	17,9	52,2	27,1	23,7	14,1	5,7	2,4	5,7	4,2	1,7	19,8	31,0
15	18,7	87,2	27,6	23,9	15,5	14,1	4,5	6,6	2,6	4,7	17,9	24,4
16	24,4	77,7	23,3	23,6	18,6	11,8	5,3	10,0	7,6	3,8	12,4	18,6
17	23,8	48,9	16,6	23,7	13,4	11,4	8,1	6,8	6,7	7,8	12,1	21,6
18	22,5	49,2	19,9	20,3	9,4	8,9	9,8	10,8	7,1	8,1	18,0	17,1
19	23,4	44,8	23,0	26,1	10,8	12,6	15,8	9,4	2,3	7,9	11,4	24,2
20	18,8	36,8	20,3	30,3	14,5	17,4	11,8	7,3	8,2	7,8	23,3	23,8
21	17,3	32,4	21,3	29,3	12,1	14,6	8,3	2,3	6,4	2,4	15,3	37,1
22	17,5	26,4	18,2	32,1	9,9	13,2	5,0	9,7	7,3	6,6	14,7	38,3
23	22,5	26,2	24,4	28,2	11,9	13,7	3,2	4,3	9,9	4,1	7,9	30,8
24	56,5	30,6	17,0	25,0	11,5	10,9	6,8	5,2	10,0	7,1	15,0	23,7
25	60,3	35,0	23,7	23,5	8,8	8,9	6,2	6,4	7,4	7,7	22,2	25,8
26	58,9	45,1	20,4	20,4	12,7	11,8	5,5	10,3	9,9	14,1	29,5	43,0
27	57,6	47,1	23,9	20,7	11,6	13,9	1,9	5,3	5,4	15,2	19,3	48,4
28	40,6	51,3	20,2	16,2	10,8	17,9	8,1	9,3	6,0	37,3	15,4	33,9
29	34,8		17,5	18,6	11,4	7,0	3,5	5,6	1,0	43,6	11,4	56,8
30	30,1		17,5	18,4	11,9	19,7	6,9	5,5	11,1	15,6	14,4	78,6
31	23,6		18,4		11,7		3,5	11,5		18,4		49,0

Tabel : Daggemiddeld debiet te Asper in 1991 in m³/s

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1	43,5	19,0	32,3	19,9	38,7	6,4	31,0	12,4	3,7	7,2	4,6	12,8
2	65,1	19,2	36,8	15,0	24,4	13,0	38,9	7,7	5,6	7,6	10,1	14,4
3	74,0	16,6	34,7	18,7	17,7	12,0	42,0	8,9	5,2	4,4	20,5	12,4
4	87,6	11,4	30,7	17,8	22,3	12,2	25,0	8,7	3,3	6,3	27,5	14,2
5	76,5	22,5	29,1	20,2	23,0	10,2	19,3	5,2	3,9	7,0	31,4	13,8
6	64,8	17,5	27,9	17,5	31,9	11,8	17,2	10,1	5,0	6,7	26,8	13,8
7	53,8	14,1	25,5	19,2	24,9	15,8	32,0	6,2	3,2	7,1	51,1	12,0
8	69,9	17,7	31,9	19,5	21,5	10,7	64,0	6,0	3,7	7,1	46,3	11,1
9	69,4	13,8	26,3	16,2	20,3	13,2	30,4	9,4	1,7	8,8	40,2	9,4
10	80,5	13,9	27,0	17,5	16,9	14,7	18,4	5,8	4,4	3,2	29,3	13,4
11	74,5	16,0	24,6	15,2	13,9	9,1	15,5	6,9	3,3	8,6	31,0	8,4
12	61,6	23,4	25,3	14,2	17,8	15,0	15,2	8,2	4,5	11,1	40,4	9,5
13	40,0	21,4	21,6	15,3	15,1	13,1	13,3	4,9	2,1	7,2	77,7	13,3
14	39,7	14,9	21,0	18,2	15,5	9,3	39,5	6,8	6,5	8,3	40,2	9,0
15	35,4	21,6	21,5	16,6	14,4	8,4	17,7	4,8	4,0	5,6	30,1	12,3
16	31,4	36,0	21,0	16,1	18,3	17,1	13,8	6,5	6,9	6,9	23,4	10,6
17	25,4	27,7	20,0	12,3	11,6	16,0	10,6	6,7	5,8	5,8	22,0	25,4
18	28,2	22,7	20,0	15,7	15,6	18,6	15,1	3,9	2,6	7,5	25,5	49,7
19	29,2	22,1	22,1	19,5	12,8	15,1	15,8	5,9	3,6	9,5	71,7	50,4
20	32,2	25,1	23,0	15,6	14,4	42,5	9,0	5,1	3,6	26,0	80,7	56,3
21	27,6	25,7	19,3	11,9	13,9	31,1	10,9	7,9	0,3	17,2	36,0	56,4
22	28,7	37,0	32,8	20,9	13,6	25,4	9,1	4,2	2,6	10,3	28,5	79,9
23	28,5	34,0	24,2	18,5	10,1	19,5	10,6	11,8	5,0	7,9	26,5	53,4
24	26,9	32,4	28,5	11,7	11,8	18,6	11,8	4,9	7,4	8,6	21,3	40,3
25	25,6	28,8	20,2	14,8	9,7	25,5	19,3	6,5	16,4	8,7	18,5	31,9
26	24,1	25,9	26,3	12,8	15,6	30,2	20,9	6,9	15,8	9,0	17,2	29,3
27	23,2	25,9	18,3	15,5	12,4	21,8	7,8	6,4	25,7	7,5	17,3	22,8
28	24,2	31,0	17,0	13,7	12,4	17,4	11,8	1,6	14,1	4,6	18,2	24,2
29	22,0		14,7	9,3	8,6	18,0	10,3	3,9	11,9	7,5	14,6	21,6
30	21,3		19,9	54,1	10,9	15,0	11,0	6,3	14,4	4,7	19,1	18,1
31	19,9		16,5		12,7		22,4	2,5		11,0		22,6

Tabel : Daggemiddeld debiet te Asper in 1992 in m³/s

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1	16,7	11,4	15,3	31,4	49,5	25,1	21,8	6,5	54,2	14,9	24,1	48,5
2	18,6	13,3	15,9	33,2	45,8	31,4	14,1	9,3	37,0	11,4	22,5	50,2
3	18,7	12,5	17,6	31,8	30,3	123,0	22,5	7,7	37,8	10,2	23,0	108,7
4	17,2	26,1	14,5	27,5	22,3	89,5	48,2	7,2	42,2	12,0	22,1	139,3
5	33,5	23,7	16,4	24,9	22,6	64,0	33,4	6,2	32,6	8,2	17,6	118,3
6	28,0	22,4	18,7	25,3	16,7	53,7	16,9	6,9	24,3	11,8	19,0	69,4
7	27,8	20,2	14,7	22,7	19,7	35,8	20,7	6,6	15,9	14,6	18,1	104,6
8	26,0	19,1	13,3	26,2	19,8	31,0	15,5	25,4	21,5	13,4	17,8	91,2
9	25,3	17,8	13,4	16,5	15,5	36,9	11,8	13,2	17,4	9,0	21,0	62,7
10	23,3	22,5	13,4	19,0	19,9	34,3	14,1	29,9	17,8	9,1	22,6	53,8
11	20,8	47,6	17,4	15,5	31,3	25,6	15,1	8,8	14,8	12,1	40,6	46,8
12	19,8	56,5	17,2	21,0	22,1	19,7	17,9	11,2	12,4	8,5	34,2	88,3
13	15,5	48,1	37,4	17,0	17,2	27,4	19,4	21,3	8,5	10,8	28,0	69,3
14	17,4	37,9	39,2	19,3	14,2	18,5	11,9	32,3	22,7	8,5	24,0	54,4
15	18,8	39,0	35,2	20,4	16,7	18,1	11,3	14,7	17,2	16,6	25,6	51,1
16	15,0	33,4	29,8	20,7	8,7	28,1	18,5	9,1	10,0	13,7	26,8	40,4
17	17,8	27,6	28,0	16,7	12,3	18,0	25,8	20,3	11,5	13,2	54,9	39,5
18	15,4	28,4	24,9	20,9	13,5	12,9	25,9	14,1	14,3	11,0	40,9	40,0
19	16,0	24,8	23,6	19,8	8,3	16,4	17,2	9,9	14,9	14,9	39,7	66,5
20	21,6	24,3	20,2	19,4	11,4	17,0	7,3	37,6	11,6	9,7	42,0	62,5
21	17,1	22,8	17,3	15,8	9,9	84,7	20,0	28,6	20,5	7,8	38,0	57,7
22	19,2	18,5	48,9	14,6	10,3	38,8	19,5	19,1	26,4	10,7	50,7	49,4
23	12,0	19,0	60,4	18,7	11,3	22,0	8,9	20,0	20,6	14,8	44,2	39,0
24	13,9	20,2	62,3	12,4	8,9	29,1	14,0	5,8	9,1	16,4	37,8	38,4
25	13,1	17,1	42,2	16,5	10,9	9,7	6,8	20,3	13,3	41,1	42,0	35,6
26	19,3	19,2	67,5	22,3	20,4	16,8	11,9	16,8	12,2	46,7	57,7	33,0
27	13,7	21,0	69,1	31,6	12,7	13,7	5,0	16,9	11,4	32,2	44,7	30,8
28	11,2	17,1	54,5	36,8	9,8	13,4	9,8	15,2	12,0	51,4	43,4	28,7
29	16,7		50,9	31,2	24,3	17,3	9,5	21,4	8,2	65,1	59,2	26,4
30	13,1		47,3	25,4	21,9	14,8	8,9	19,3	12,1	42,6	63,4	27,8
31	12,0		45,5		19,8		7,1	28,7		31,2		24,5

Tabel : Daggemiddeld debiet te Asper in 1993 in m³/s

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1	26,8	53,7	32,8	20,5	18,8	13,5	9,4	18,1	6,6	27,3	19,1	19,9
2	24,3	49,2	30,0	22,0	16,8	21,6	11,4	12,8	7,8	32,7	16,6	18,2
3	25,1	42,7	32,1	16,5	16,1	25,9	10,1	12,1	7,8	19,8	12,0	21,4
4	21,3	43,1	30,9	21,4	15,0	10,7	11,7	15,0	8,9	29,2	14,5	20,9
5	26,6	33,9	26,8	25,3	8,2	14,2	10,8	10,9	9,8	22,3	11,4	20,2
6	25,2	37,3	23,9	28,9	12,9	14,7	4,3	9,2	10,2	21,5	15,9	18,9
7	38,1	34,7	25,2	17,9	13,8	15,1	8,1	8,6	5,4	19,7	12,2	27,7
8	42,6	35,6	23,7	20,4	12,8	9,5	6,2	10,4	11,0	15,1	14,2	37,9
9	43,8	32,2	27,4	18,3	26,8	9,2	14,0	12,6	16,5	19,1	10,7	39,7
10	48,6	32,6	25,9	17,9	20,2	17,2	8,9	11,4	11,6	18,1	26,7	31,5
11	81,5	33,2	22,0	21,1	16,7	30,4	10,4	10,6	5,3	13,1	29,2	26,8
12	149,0	26,6	22,9	19,1	27,2	19,5	14,9	10,1	8,9	31,2	19,2	33,3
13	142,9	29,4	22,6	18,6	24,0	26,3	8,5	8,3	11,8	23,7	20,3	112,5
14	108,6	26,9	20,0	23,8	17,7	15,4	16,8	6,8	20,9	50,0	72,9	98,6
15	70,1	27,3	23,1	25,5	17,3	19,6	14,3	8,6	15,5	84,2	77,2	84,7
16	59,4	23,4	24,0	20,1	18,2	19,6	24,1	11,6	20,1	38,0	54,5	108,1
17	55,8	26,3	20,4	16,3	13,6	21,2	11,5	10,4	10,8	24,0	35,8	88,9
18	45,1	28,3	19,8	20,8	17,9	12,9	9,8	10,7	8,9	18,7	29,8	77,4
19	43,0	25,8	18,0	14,8	22,2	13,1	14,8	8,9	6,7	21,3	28,4	118,1
20	42,2	28,9	21,3	17,0	22,9	14,0	25,5	9,8	11,5	18,5	23,9	181,0
21	43,9	28,4	21,1	18,6	13,0	10,5	26,3	8,1	13,9	23,8	22,7	240,1
22	58,9	28,1	18,9	22,3	11,6	9,9	21,2	10,9	13,6	45,4	19,4	202,4
23	71,4	26,8	18,4	13,9	14,4	10,9	12,2	21,6	13,0	23,4	22,1	186,9
24	58,8	27,9	21,5	17,0	16,0	7,7	9,9	9,8	10,7	23,0	17,3	179,5
25	57,4	23,1	19,7	16,8	14,3	18,1	48,7	9,2	8,0	16,1	18,9	145,6
26	51,6	30,7	16,6	20,1	11,3	11,3	14,2	8,9	13,1	19,9	16,0	120,6
27	80,5	36,5	16,7	16,1	28,9	15,3	30,5	9,7	16,1	16,6	19,3	101,4
28	67,3	34,1	20,5	12,5	16,3	10,9	30,4	9,2	47,0	17,8	19,0	94,5
29	80,4		16,5	14,3	12,4	15,7	17,1	11,6	26,9	13,6	15,0	96,8
30	84,5		19,2	13,7	16,5	11,0	24,4	7,4	18,3	19,2	16,3	108,0
31	64,9		17,7		15,9		25,2	8,0		18,5		172,7

Tabel : Daggemiddeld debiet te Asper in 1994 in m³/s

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1	152,6	62,3	60,8	67,0	32,4	31,4	22,0	51,7	21,2	17,8	37,6	19,6
2	141,8	59,5	66,7	58,9	36,8	46,0	19,0	27,3	19,0	21,0	24,4	20,6
3	132,5	67,9	75,3	54,7	32,4	55,2	19,5	18,0	21,7	23,0	27,3	23,1
4	120,8	78,5	67,0	81,9	35,9	47,8	20,8	22,0	12,5	22,4	22,6	29,3
5	128,5	70,2	59,5	96,5	36,4	78,8	19,6	22,0	21,3	20,0	21,9	22,6
6	142,6	62,8	55,5	94,5	34,1	57,0	23,2	25,7	20,6	16,0	22,7	23,9
7	127,4	59,5	52,0	85,4	34,6	41,9	26,8	22,1	29,1	17,5	18,5	23,8
8	100,3	53,5	61,3	88,4	45,7	41,1	23,2	17,3	24,8	18,5	19,7	34,3
9	81,1	51,5	55,6	112,9	41,9	38,7	19,8	16,5	35,2	21,5	21,2	79,2
10	72,2	50,8	48,6	113,1	31,6	41,1	20,7	21,1	29,0	20,0	19,4	55,0
11	73,5	50,0	43,2	88,2	34,0	34,1	20,0	26,2	13,5	13,0	19,5	36,2
12	73,4	43,7	45,0	70,2	30,8	33,9	19,0	21,5	27,5	16,0	21,7	31,8
13	101,7	42,9	42,7	62,1	35,1	32,1	21,5	14,5	23,2	18,5	22,9	33,2
14	93,4	42,4	42,5	56,1	33,8	29,0	22,0	23,0	20,0	13,0	23,8	32,8
15	81,7	42,1	42,7	60,6	37,1	25,8	23,1	15,7	23,5	12,5	39,7	25,4
16	74,3	39,6	48,4	57,0	48,4	27,2	19,7	17,3	48,9	13,0	27,1	25,0
17	72,5	37,8	39,0	50,5	38,5	24,3	19,7	24,3	26,4	12,0	29,6	26,1
18	62,3	37,9	47,1	48,6	37,8	22,5	20,2	22,4	27,0	20,1	23,9	24,7
19	66,4	36,2	86,8	43,5	31,7	23,5	20,5	20,7	35,7	22,6	27,2	27,5
20	69,7	36,1	82,9	43,4	27,9	23,3	17,0	20,2	53,2	19,5	25,5	27,3
21	63,8	36,8	67,4	38,5	29,6	24,6	19,4	19,0	54,2	15,7	22,6	30,0
22	61,7	38,5	61,5	37,7	42,8	22,0	21,0	20,2	25,8	22,6	26,6	24,7
23	84,4	45,9	71,8	41,1	37,8	24,0	16,5	20,7	24,3	25,2	24,2	28,5
24	93,6	62,4	77,4	44,0	33,2	21,4	22,0	32,0	25,5	21,7	24,1	27,3
25	84,5	52,9	81,4	59,4	35,6	22,7	22,7	20,7	17,0	21,2	23,3	22,9
26	84,4	47,4	70,8	49,9	55,7	21,2	19,5	20,3	16,5	25,8	20,1	28,8
27	76,6	48,6	61,5	49,2	68,5	25,7	26,0	22,7	22,5	26,5	22,0	47,1
28	85,5	56,8	55,8	45,5	48,9	24,8	24,0	19,2	20,2	22,9	21,8	106,4
29	75,4		51,4	41,1	36,7	19,4	20,5	20,9	19,5	23,4	19,3	140,4
30	68,6		46,9	38,0	35,3	20,4	20,5	28,0	18,0	51,4	20,7	141,6
31	68,1		51,7		31,7		38,5	21,0		49,9		127,8

Tabel : Daggemiddeld debiet te Asper in 1995 in m³/s

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1	130,9	136,1	72,5	62,6	48,9	24,6	22,5	17,0	17,8	17,7	18,0	11,4
2	115,7	120,3	72,8	56,6	45,1	28,8	28,0	21,8	16,9	19,5	17,4	18,4
3	116,3	99,9	87,0	54,7	38,3	27,7	61,1	22,7	23,7	22,5	18,6	18,2
4	85,9	89,6	73,7	53,7	35,7	39,7	40,3	17,3	23,6	24,1	14,4	11,5
5	65,2	87,1	77,4	47,8	34,6	39,5	24,1	20,1	22,3	21,0	14,9	15,2
6	52,5	78,9	87,5	44,5	29,6	29,5	26,3	20,4	20,5	17,7	14,8	13,7
7	54,5	70,0	90,9	47,2	31,1	31,3	24,3	19,8	22,5	10,1	12,9	12,1
8	56,8	69,3	93,9	39,0	27,7	27,9	26,5	23,1	36,0	6,2	12,2	14,8
9	71,8	75,3	99,6	40,1	28,7	32,3	20,3	17,4	24,2	9,5	15,3	16,8
10	79,2	78,7	83,8	38,0	28,8	45,1	24,3	16,2	7,3	8,4	15,7	15,3
11	148,3	82,5	71,4	39,7	29,8	35,3	26,0	19,0	20,1	18,7	13,5	12,4
12	169,5	79,9	61,5	37,7	28,4	31,3	29,2	17,1	13,4	18,9	13,9	10,7
13	148,4	70,0	56,6	32,4	31,5	27,1	25,0	21,0	14,3	14,4	12,6	19,1
14	103,2	72,8	57,0	31,9	25,2	23,1	29,3	17,2	11,8	14,8	14,3	14,9
15	86,2	95,2	65,7	31,5	26,7	24,1	28,4	23,1	19,1	14,3	12,3	13,0
16	71,1	107,8	68,0	35,2	28,0	26,4	27,6	7,9	16,1	16,9	26,0	14,9
17	65,2	126,9	75,4	35,5	36,1	18,8	26,4	13,8	24,1	10,7	25,4	14,0
18	63,8	107,4	78,8	55,3	32,1	32,2	28,4	14,3	21,3	9,8	31,1	15,1
19	66,0	113,1	68,8	48,4	28,6	32,0	25,9	14,8	20,1	15,7	20,7	14,1
20	72,0	164,4	66,7	40,0	28,4	27,3	24,4	11,8	15,7	17,4	17,8	37,2
21	65,2	106,6	62,0	41,3	26,6	25,3	23,7	10,7	17,9	22,3	16,7	34,9
22	103,0	89,9	55,1	56,7	29,8	28,4	21,1	6,0	20,1	14,4	16,0	54,6
23	182,9	83,7	52,6	50,7	29,7	24,2	19,9	6,2	14,3	11,3	14,1	73,1
24	135,2	96,9	49,3	40,9	29,0	23,6	22,6	18,3	19,5	11,4	16,8	57,1
25	151,9	119,7	47,8	44,6	32,4	26,6	20,1	23,4	33,7	13,3	15,7	34,1
26	235,3	118,3	45,3	68,3	31,6	25,5	20,7	16,6	21,0	14,3	16,6	25,2
27	211,5	94,4	46,8	68,1	32,5	24,5	19,4	13,8	44,6	18,9	16,4	27,0
28	221,9	84,9	54,0	60,6	27,5	24,0	20,0	28,7	27,2	15,7	15,2	21,0
29	217,2		77,1	47,7	52,1	23,1	25,0	26,0	19,0	14,4	11,8	21,5
30	262,3		72,3	45,3	34,2	21,7	25,3	24,9	12,3	16,0	12,9	17,3
31	181,6		64,3		34,2		15,8	24,4		14,6		27,5

Tabel : Verdeling in debietsklassen van de waarnemingen te Asper 1988-1995

debiets-klasse	aantal waarnemingen													
(m³/s)	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	totaal	%	cum. %
0- 5	0	0	0	0	0	0	8	18	24	12	1	0	63	2.16	2.16
5- 10	0	0	0	1	11	14	33	66	44	50	6	7	232	7.95	10.10
10- 15	11	8	6	16	51	43	38	55	51	52	48	37	416	14.25	24.35
15- 20	29	13	31	52	38	48	54	31	40	56	63	23	478	16.37	40.72
20- 25	19	21	36	31	29	45	51	56	47	38	57	30	460	15.75	56.47
25- 30	20	37	19	14	39	47	34	16	17	13	27	25	308	10.55	67.02
30- 35	16	21	14	17	40	19	12	3	5	8	7	20	182	6.23	73.25
35- 40	13	19	9	16	21	9	8	1	5	3	7	16	127	4.35	77.60
40- 45	11	10	8	20	8	4	3	1	2	5	10	12	94	3.22	80.82
45- 50	5	18	18	18	8	3	3	0	2	4	1	11	91	3.12	83.94
50- 55	9	15	10	9	1	1	1	1	3	4	4	13	71	2.43	86.37
55- 60	12	7	12	14	1	2	0	0	0	1	2	6	57	1.95	88.32
60- 65	10	6	12	11	0	1	3	0	0	0	1	4	48	1.64	89.97
65- 70	18	5	15	4	1	0	0	0	0	1	1	4	49	1.68	91.64
70- 75	15	3	10	4	0	0	0	0	0	0	2	3	37	1.27	92.91
75- 80	4	7	9	2	0	1	0	0	0	0	2	4	29	0.99	93.90
80- 85	11	3	8	2	0	1	0	0	0	1	1	1	28	0.96	94.86
85- 90	5	5	8	3	0	1	0	0	0	0	0	3	25	0.86	95.72
90- 95	3	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	5	12	0.41	96.13
95-100	1	4	5	1	0	0	0	0	0	0	0	2	13	0.45	96.58
100-105	5	0	6	1	0	0	0	0	0	0	0	2	14	0.48	97.05
105-110	1	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4	12	0.41	97.47
110-115	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	4	0.14	97.60
115-120	3	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	10	0.34	97.95
120-125	3	3	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	9	0.31	98.25
125-130	5	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2	12	0.41	98.66
130-135	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0.07	98.73
135-140	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5	0.17	98.90
140-145	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	5	0.17	99.08
145-150	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0.10	99.25
150-155	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	99.35
155-160	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	99.35
160-165	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0.07	99.42
165-170	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.03	99.45
170-175	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0.07	99.52
175-180	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	0.10	99.62
180-185	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	0.10	99.73
185-190	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0.03	99.76
190-195	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	99.76
195-200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	99.76
200-205	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	99.76
205-210	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0.03	99.79
210-215	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	99.79
215-220	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.03	99.83
220-225	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.03	99.86
225-230	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.03	99.90
230-235	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	99.90
235-240	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	99.90

debiets-klasse	aantal waarnemingen													
(m^3/s)	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	totaal	%	cum. %
240-245	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0.03	99.97
245-250	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	99.97
250-255	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	99.97
255-260	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	99.97
260-265	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.03	100.00
265-270	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	100.00
270-275	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	100.00
275-280	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	100.00
280-295	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	100.00
285-290	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	100.00
290-295	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	100.00
295-300	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	100.00

Tabel : Algemene dimensioneringsgegevens voor een vistrap
h_c, h_1, Q_S, v_k = functie (Δh, ν)

		ν								
Δh (m)	Gegevens	0.5	0.55	0.6	0.65	0.7	0.75	0.8	0.85	0.9
0.05	h_c (m)	0.08	0.09	0.11	0.12	0.14	0.17	0.21	0.28	0.42
	h_1 (m)	0.10	0.11	0.13	0.14	0.17	0.20	0.25	0.33	0.50
	Q_s (m^3/s)	0.03	0.04	0.05	0.06	0.08	0.12	0.19	0.34	0.79
	v_k (m)	0.57	0.58	0.58	0.59	0.60	0.61	0.62	0.63	0.64
0.06	h_c (m)	0.10	0.11	0.13	0.14	0.17	0.20	0.25	0.34	0.50
	h_1 (m)	0.12	0.13	0.15	0.17	0.20	0.24	0.30	0.40	0.60
	Q_s (m^3/s)	0.04	0.06	0.07	0.09	0.13	0.19	0.30	0.54	1.24
	v_k (m)	0.62	0.63	0.64	0.65	0.66	0.67	0.68	0.69	0.70
0.07	h_c (m)	0.12	0.13	0.15	0.17	0.20	0.24	0.29	0.39	0.59
	h_1 (m)	0.14	0.16	0.18	0.20	0.23	0.28	0.35	0.47	0.70
	Q_s (m^3/s)	0.06	0.08	0.10	0.14	0.19	0.28	0.44	0.80	1.82
	v_k (m)	0.67	0.68	0.69	0.70	0.71	0.72	0.73	0.74	0.75
0.08	h_c (m)	0.13	0.15	0.17	0.19	0.22	0.27	0.34	0.45	0.67
	h_1 (m)	0.16	0.18	0.20	0.23	0.27	0.32	0.40	0.53	0.80
	Q_s (m^3/s)	0.09	0.11	0.15	0.19	0.27	0.39	0.62	1.12	2.55
	v_k (m)	0.72	0.73	0.74	0.75	0.76	0.77	0.78	0.79	0.81
0.09	h_c (m)	0.15	0.17	0.19	0.22	0.25	0.30	0.38	0.50	0.76
	h_1 (m)	0.18	0.20	0.23	0.26	0.30	0.36	0.45	0.60	0.90
	Q_s (m^3/s)	0.12	0.15	0.20	0.26	0.36	0.52	0.83	1.50	3.42
	v_k (m)	0.76	0.77	0.78	0.80	0.81	0.82	0.83	0.84	0.85
0.1	h_c (m)	0.17	0.19	0.21	0.24	0.28	0.34	0.42	0.56	0.84
	h_1 (m)	0.20	0.22	0.25	0.29	0.33	0.40	0.50	0.67	1.00
	Q_s (m^3/s)	0.16	0.20	0.26	0.34	0.47	0.68	1.08	1.95	4.45
	v_k (m)	0.80	0.81	0.83	0.84	0.85	0.86	0.88	0.89	0.90
0.11	h_c (m)	0.18	0.21	0.23	0.26	0.31	0.37	0.46	0.62	0.92
	h_1 (m)	0.22	0.24	0.28	0.31	0.37	0.44	0.55	0.73	1.10
	Q_s (m^3/s)	0.20	0.25	0.32	0.43	0.59	0.87	1.37	2.48	5.65
	v_k (m)	0.84	0.85	0.87	0.88	0.89	0.91	0.92	0.93	0.94
0.12	h_c (m)	0.20	0.22	0.25	0.29	0.34	0.40	0.50	0.67	1.01
	h_1 (m)	0.24	0.27	0.30	0.34	0.40	0.48	0.60	0.80	1.20
	Q_s (m^3/s)	0.25	0.31	0.40	0.53	0.74	1.08	1.71	3.08	7.02
	v_k (m)	0.88	0.89	0.91	0.92	0.93	0.95	0.96	0.97	0.99
0.13	h_c (m)	0.22	0.24	0.27	0.31	0.36	0.44	0.55	0.73	1.09
	h_1 (m)	0.26	0.29	0.33	0.37	0.43	0.52	0.65	0.87	1.30
	Q_s (m^3/s)	0.30	0.38	0.49	0.65	0.90	1.32	2.09	3.76	8.57
	v_k (m)	0.91	0.93	0.94	0.96	0.97	0.99	1.00	1.01	1.03
0.14	h_c (m)	0.24	0.26	0.29	0.34	0.39	0.47	0.59	0.78	1.18
	h_1 (m)	0.28	0.31	0.35	0.40	0.47	0.56	0.70	0.93	1.40
	Q_s (m^3/s)	0.37	0.46	0.59	0.78	1.08	1.58	2.51	4.52	10.32
	v_k (m)	0.95	0.96	0.98	0.99	1.01	1.02	1.04	1.05	1.07
0.15	h_c (m)	0.25	0.28	0.32	0.36	0.42	0.50	0.63	0.84	1.26
	h_1 (m)	0.30	0.33	0.38	0.43	0.50	0.60	0.75	1.00	1.50
	Q_s (m^3/s)	0.44	0.55	0.70	0.93	1.29	1.88	2.98	5.38	12.26
	v_k (m)	0.98	1.00	1.01	1.03	1.04	1.06	1.07	1.09	1.10
0.175	h_c (m)	0.29	0.33	0.37	0.42	0.49	0.59	0.74	0.98	1.47
	h_1 (m)	0.35	0.39	0.44	0.50	0.58	0.70	0.88	1.17	1.75
	Q_s (m^3/s)	0.64	0.80	1.03	1.37	1.89	2.77	4.39	7.90	18.02
	v_k (m)	1.06	1.08	1.09	1.11	1.13	1.14	1.16	1.18	1.19
0.2	h_c (m)	0.34	0.37	0.42	0.48	0.56	0.67	0.84	1.12	1.68
	h_1 (m)	0.40	0.44	0.50	0.57	0.67	0.80	1.00	1.33	2.00
	Q_s (m^3/s)	0.89	1.12	1.44	1.91	2.64	3.86	6.12	11.04	25.16
	v_k (m)	1.13	1.15	1.17	1.19	1.20	1.22	1.24	1.26	1.27

Tabel : Algemene dimensioneringsgegevens voor een vistrap

$h_c = f(Q_S, \nu)$; $\Delta h = f(Q_S, \nu)$; $v_k = f(Q_S, \nu)$

Waterhoogte h_c in m boven het midden van de kruin

Q_S (m/s)	ν				
	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
0.50	0.27	0.27	0.29	0.31	0.35
0.75	0.31	0.32	0.34	0.36	0.41
1.00	0.35	0.36	0.38	0.41	0.46
1.25	0.38	0.40	0.41	0.44	0.51
1.50	0.41	0.43	0.45	0.48	0.54
1.75	0.44	0.45	0.47	0.51	0.58
2.00	0.46	0.48	0.50	0.54	0.61
2.25	0.49	0.50	0.52	0.56	0.64
2.50	0.51	0.52	0.55	0.59	0.67
2.75	0.53	0.54	0.57	0.61	0.69
3.00	0.55	0.56	0.59	0.63	0.72

Trapverschil Δh in m

Q_S (m/s)	ν				
	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
0.50	0.16	0.13	0.10	0.07	0.04
0.75	0.19	0.15	0.12	0.09	0.05
1.00	0.21	0.17	0.14	0.10	0.06
1.25	0.23	0.19	0.15	0.11	0.06
1.50	0.25	0.20	0.16	0.11	0.06
1.75	0.26	0.22	0.17	0.12	0.07
2.00	0.28	0.23	0.18	0.13	0.07
2.25	0.29	0.24	0.19	0.13	0.08
2.50	0.30	0.25	0.20	0.14	0.08
2.75	0.31	0.26	0.20	0.15	0.08
3.00	0.32	0.27	0.21	0.15	0.09

Gemiddelde snelheid v_k in m/s boven de kruin

Q_S (m/s)	ν				
	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
0.50	1.01	0.95	0.86	0.75	0.58
0.75	1.09	1.03	0.94	0.81	0.63
1.00	1.16	1.09	0.99	0.86	0.67
1.25	1.21	1.14	1.04	0.90	0.70
1.50	1.26	1.18	1.08	0.94	0.72
1.75	1.29	1.21	1.11	0.97	0.75
2.00	1.33	1.25	1.14	0.99	0.77
2.25	1.36	1.28	1.17	1.01	0.79
2.50	1.39	1.30	1.19	1.04	0.80
2.75	1.42	1.33	1.21	1.06	0.82
3.00	1.44	1.35	1.24	1.07	0.83

Tabel : Dimensioneringsgegevens specifiek voor de drie stuwen onafhankelijk van de verdrinkingsgraad ν

Δh (m)	n_{Asper}	$n_{Oudenaarde}$	$n_{Kerkhoven}$	L_{Asper} (m)	$L_{Oudenaarde}$ (m)	$L_{Kerkhoven}$ (m)
0.050	53.0	38.0	27.0	3.8	4.2	5.6
0.060	44.0	31.0	23.0	4.5	5.2	6.5
0.070	38.0	27.0	20.0	5.3	5.9	7.5
0.080	33.0	24.0	17.0	6.1	6.7	8.8
0.090	30.0	21.0	15.0	6.7	7.6	10.0
0.100	27.0	19.0	14.0	7.4	8.4	10.7
0.110	24.0	17.0	13.0	8.3	9.4	11.5
0.120	22.0	16.0	12.0	9.1	10.0	12.5
0.130	21.0	15.0	11.0	9.5	10.7	13.6
0.140	19.0	14.0	10.0	10.5	11.4	15.0
0.150	18.0	13.0	9.0	11.1	12.3	16.7
0.017	16.0	11.0	8.0	12.5	14.5	18.8
0.200	14.0	10.0	7.0	14.3	16.0	21.4

n = aantal overlaten in de vistrap
L = afstand tussen twee overlaten

Tabel : Stuwsluis te St. Baafs-Vijve - waarnemingen om 8 uur

(grey) Gegevens onbetrouwbaar

Datum	Waterstand te Menen (cm)		Stand van de stuw Klep 1 (cm)		Stand van de stuw Klep 2 (cm)		Debiet	Datum	Waterstand te Menen (cm)		Stand van de stuw Klep 1 (cm)		Stand van de stuw Klep 2 (cm)		Debiet
	opw.	afw.	B	O	B	O	(m³/s)		opw.	afw.	B	O	B	O	(m³/s)
1/11/91	1193	1018	5		5		3,3	18/12/91	1198	1050	106		106		44,5
2/11/91	1192	1018	24		24		6,3	19/12/91	1195	1045	96		96		51,3
3/11/91	1195	1027	27		27		9,7	20/12/91	1195	1062	107		107		56,9
4/11/91	1194	1021	50		50		26,3	21/12/91	1193	1059	98		105		54,5
5/11/91	1195	1040	83		83		46,3	22/12/91	1195	1056	105		105		56,1
6/11/91	1196	1038	95		95		55,3	23/12/91	1194	1038	84		84		34,1
7/11/91	1190	1036	74		74		39,9	24/12/91	1192	1035	67		67		25,4
8/11/91	1194	1026	68		68		41,8	25/12/91	1191	1023	46		46		24,6
9/11/91	1192	1047	94		94		56,9	26/12/91	1194	1025	52		52		23,7
10/11/91	1195	1030	69		69		27,2	27/12/91	1195	1032	66		66		19,8
11/11/91	1194	1025	51		51		27,2	28/12/91	1194	1032	70		70		20,3
12/11/91	1195	1036	68		68		29,0	29/12/91	1194	1028	48		48		24,6
13/11/91	1197	1054	87		87		75,6	30/12/91	1195	1056	41		41		13,6
14/11/91	1195	1056	107		107		59,2	31/12/91	1194	1025	41		41		16,8
15/11/91	1196	1061		170		110	58,4	1/01/92	1194	1021	35		35		20,7
16/11/91	1195	1041	92		92		48,0	2/01/92	1192	1024	39		39		11,1
17/11/91	1195	1032	70		70		38,7	3/01/92	1194	1022	50		50		11,4
18/11/91	1194	1033	68		68		35,8	4/01/92	1194	1023	48		48		13,2
19/11/91	1194	1051	100		100		130,3	5/01/92	1195	1032	80		80		38,7
20/11/91	1221	1221		445		445	190,9	6/01/92	1195	1029	74		74		30,0
21/11/91	1196	1159		208		208	146,1	7/01/92	1194	1028	68		68		25,4
22/11/91	1197	1136		146		146	113,1	8/01/92	1194	1023	53		53		16,8
23/11/91	1194	1105					91,7	9/01/92	1195	1027	49		49		24,6
24/11/91	1195	1067	96	76	11	31	69,1	10/01/92	1194	1028	56		56		18,5
25/11/91	1195	1092	101		101		43,6	11/01/92	1192	1023	30		30		15,9
26/11/91	1192	1048	88		88		34,1	12/01/92	1191	1023					14,3
27/11/91	1194	1037	79		79		29,0	13/01/92	1193	1023	54		54		16,8
28/11/91	1194	1032	65		65		22,9	14/01/92	1185	1025	23		23		3,8
29/11/91	1194	1025	54		54		23,7	15/01/92	1191	1023	38		38		11,8
30/11/91	1195	1028	55		55		18,9	16/01/92	1192	1023	32		32		14,0
1/12/91	1196	1026	49		49		17,6	17/01/92	1193	1023	28		28		9,4
2/12/91	1195	1031	58		58		15,9	18/01/92	1194	1024	40		40		9,4
3/12/91	1194	1032	60		60		15,1	19/01/92	1195	1025	36		36		11,8
4/12/91	1194	1028	56		56		20,7	20/01/92	1194	1030	54		54		16,3
5/12/91	1195	1025	43		43		15,5	21/01/92	1194	1027	36		36		13,6
6/12/91	1198	1020	48		48		13,2	22/01/92	1195	1026	45		45		12,8
7/12/91	1191	1021	39		39		7,8	23/01/92	1194	1019	23		23		9,7
8/12/91	1191	1021	58		58		10,4	24/01/92	1195	1029	42		42		5,5
9/12/91	1193	1025	37		37		9,7	25/01/92	1195	1017	9		9		7,8
10/12/91	1197	1029	46		46		10,7	26/01/92	1194	1026	43		43		8,4
11/12/91	1195	1029	29		29		9,4	27/01/92	1190	1022	33		33		7,5
12/12/91	1191	1022	29		29		9,4	28/01/92	1195	1023	24		24		9,4
13/12/91	1195	1025	30		30		5,2	29/01/92	1192	1023	26		26		10,0
14/12/91	1191	1028	54		54		2,8	30/01/92	1192	1023	24		24		1,6
15/12/91	1195	1020	27		27		5,5	31/01/92	1192	1018	6		6		24,6
16/12/91	1195	1020	36		36		27,2	1/02/92	1196	1016	10		10		25,6
17/12/91	1195	1033	62		62		5,8	2/02/92	1197	1031	47		47		6,3

Gegevens onbetrouwbaar

Datum	Waterstand te Menen (cm)		Stand van de stuw				Debiet	Datum	Waterstand te Menen (cm)		Stand van de stuw				Debiet
			Klep 1 (cm)		Klep 2 (cm)						Klep 1 (cm)		Klep 2 (cm)		
	opw.	afw.	B	O	B	O	(m^3/s)		opw.	afw.	B	O	B	O	(m^3/s)
3/02/92	1197	1017	36		36		9,1	24/03/92	1193	1053	97		97		54,5
4/02/92	1194	1025	34		34		4,1	25/03/92	1193	1032	61		61		38,7
5/02/92	1193	1026	53		53		24,6	26/03/92	1195	1052	105		105		42,7
6/02/92	1198	1034	57		57		3,6	27/03/92	1194	1061	92		92		60,0
7/02/92	1194	1023	30		30		11,1	28/03/92	1195	1063	93	16	93	16	56,9
8/02/92	1194	1034	49		49		10,7	29/03/92	1197	1047	99		99		43,6
9/02/92	1195	1025	43		43		10,7	30/03/92	1194	1050	100		100		44,5
10/02/92	1194	1022	32		32		13,6	31/03/92	1196	1054	105	5	105	5	46,3
11/02/92	1195	1028	42		42		21,2	1/04/92	1194	1056	106		106		45,4
12/02/92	1196	1049	102		102		46,3	2/04/92	1192	1038	72		72		35,8
13/02/92	1194	1031	64		64		38,7	3/04/92	1198	1036	83		83		35,8
14/02/92	1192	1030	70		70		31,1	4/04/92	1194	1032	68		68		26,3
15/02/92	1195	1027	69		69		26,3	5/04/92	1194	1032	77		77		24,6
16/02/92	1195	1029	65		65		23,7	6/04/92	1194	1028	66		66		21,7
17/02/92	1195	1027	62		62		29,0	7/04/92	1194	1029	65		65		23,1
18/02/92	1195	1035	74		74		27,2	8/04/92	1192	1019	33		33		15,1
19/02/92	1192	1024	44		44		17,6	9/04/92	1194	1031	63		63		10,7
20/02/92	1194	1023	42		42		18,5	10/04/92	1194	1028	52		52		10,4
21/02/92	1195	1018	24		24		25,4	11/04/92	1193	1024	47		47		10,7
22/02/92	1195	1023	40		40		23,7	12/04/92	1195	1018	42		42		1,9
23/02/92	1193	1023	47		47		12,1	13/04/92	1195	1022	49		49		16,3
24/02/92	1193	1027	53		53		14,0	14/04/92	1193	1028	58		58		19,3
25/02/92	1192	1020	25		25		19,3	15/04/92	1194	1018	44		44		11,8
26/02/92	1196	1022	52		52		12,8	16/04/92	1192	1023	49		49		28,1
27/02/92	1194	1023	33		33		9,7	17/04/92	1191	1029	92	13			26,3
28/02/92	1193	1018	0		0		25,4	18/04/92	1194	1031	69		69		21,9
29/02/92	1197	1024	17		17		6,6	19/04/92	1195	1029	92		92		15,9
1/03/92	1194	1024	40		40		6,9	20/04/92	1195	1029	54		54		10,4
2/03/92	1194	1019	50		50		27,2	21/04/92	1194	1026	38		38		9,7
3/03/92	1194	1027	37		37		3,3	22/04/92	1194	1025	47		47		9,4
4/03/92	1192	1026	37		37		9,1	23/04/92	1193	1020	20		20		8,7
5/03/92	1194	1024	43		43		25,4	24/04/92	1193	1022	36		36		11,4
6/03/92	1192	1021	39		39		9,4	25/04/92	1194	1021	22		22		8,1
7/03/92	1191	1026	23		23		24,6	26/04/92	1193	1027	55		55		12,1
8/03/92	1193	1021	32		32		11,4	27/04/92	1194	1039	80		80		22,1
9/03/92	1195	1016	17		17		26,3	28/04/92	1195	1027	56		56		27,2
10/03/92	1196	1027	47		47		7,5	29/04/92	1197	1035	107		107		24,6
11/03/92	1194	1017	94		94		10,0	30/04/92	1194	1024	55		55		18,5
12/03/92	1192	1017	39		39		12,1	1/05/92	1195	1037	72		72		30,0
13/03/92	1194	1021	44		44		15,9	2/05/92	1195	1038	81		81		34,1
14/03/92	1198	1033	58		58		13,2	3/05/92	1194	1026	64		64		26,3
15/03/92	1194	1024	93		93		8,4	4/05/92	1195	1023	50		50		17,6
16/03/92	1193	1017	13		13		11,8	5/05/92	1196	1022	34		34		14,0
17/03/92	1195	1021	28		28		12,1	6/05/92	1194	1024	54		54		15,1
18/03/92	1193	1014	0		0		26,3	7/05/92	1198	1017	0		0		27,2
19/03/92	1196	1023	42		42		11,1	8/05/92	1195	1023	48		48		25,4
20/03/92	1195	1025	52		52		10,4	9/05/92	1193	1026	35		35		12,5
21/03/92	1195	1021	29		29		7,2	10/05/92	1195	1033	66		66		11,1
22/03/92	1195	1072	52		52		45,4	11/05/92	1195	1026	41		41		12,1
23/03/92	1197	1055	100	8	105		44,5	12/05/92	1197	1022	46		46		24,6

Gegevens onbetrouwbaar

Datum	Waterstand te Menen (cm)		Stand van de stuw Klep 1 (cm)		Klep 2 (cm)		Debiet	Datum	Waterstand te Menen (cm)		Stand van de stuw Klep 1 (cm)		Klep 2 (cm)		Debiet
	opw.	afw.	B	O	B	O	(m³/s)		opw.	afw.	B	O	B	O	(m³/s)
13/05/92	1195	1024	43		43		14,7	2/07/92	1194	1020	32		32		6,0
14/05/92	1195	1024	27		27		9,1	3/07/92	1192	1025	52		52		8,1
15/05/92	1195	1018	28		28		6,9	4/07/92	1197	1050	48				42,7
16/05/92	1194	1026	38		38		6,3	5/07/92	1192	1020	52		52		29,0
17/05/92	1194	1024	31		31		0,0	6/07/92	1198	1033	68		68		10,7
18/05/92	1197	1019	7		7		2,6	7/07/92	1194	1022	44		44		5,4
19/05/92	1195	1020	23		23		6,9	8/07/92	1190	1019	30		30		6,4
20/05/92	1197	1022	35		35		4,6	9/07/92	1193	1023	12		12		0,0
21/05/92	1195	1019	31		31		1,2	10/07/92	1195	1021	42		42		5,8
22/05/92	1192	1022	23		23		3,6	11/07/92	1191	1018	24		24		0,4
23/05/92	1192	1026	34		34		4,1	12/07/92	1194	1018	36		36		8,7
24/05/92	1194	1023	29		29		6,3	13/07/92	1194	1019	12		12		6,3
25/05/92	1193	1024	29		29		2,3	14/07/92	1193	1020	11		11		0,0
26/05/92	1196	1021	34		34		4,4	15/07/92	1197	1022	44		44		4,4
27/05/92	1193	1019	90		90		3,3	16/07/92	1193	1020	45		45		7,2
28/05/92	1194	1025	28		28		2,8	17/07/92	1194	1021	33		33		15,5
29/05/92	1193	1032	53		53		25,4	18/07/92	1192	1017	46		46		16,3
30/05/92	1195	1018	16		16		24,6	19/07/92	1194	1022	29		29		9,7
31/05/92	1194	1026	49		49		13,2	20/07/92	1195	1022	28		28		4,1
1/06/92	1194	1026	56		56		11,8	21/07/92	1202	1015	95		95		28,4
2/06/92	1194	1024	45		45		17,2	22/07/92	1195	1025	56		56		17,1
3/06/92	1186	1034	51		51		49,7	23/07/92	1198	1030	51		51		0,0
4/06/92	1194	1033	70		70		55,3	24/07/92	1194	1028	45		45		6,7
5/06/92	1194	1046	98		98		50,5	25/07/92	1197	1022	26		26		5,9
6/06/92	1205	1037	61	50	61	50	42,7	26/07/92	1194	1017	20		20		6,6
7/06/92	1195	1029	65		65		28,1	27/07/92	1195	1020	17		17		1,4
8/06/92	1196	1028	50		50		2,6	28/07/92	1198	1018	18		18		24,6
9/06/92	1197	1023	42		42		13,6	29/07/92	1194	1017	23		23		3,6
10/06/92	1197	1020	32		32		27,2	30/07/92	1195	1023	24		24		0,0
11/06/92	1191	1030	62		62		18,9	31/07/92	1192	1014	7		7		22,1
12/06/92	1194	1025	49		49		11,8	1/08/92	1197	1019	22		22		0,0
13/06/92	1197	1027	43		43		0,0	2/08/92	1194	1018	23		23		0,4
14/06/92	1197	1020	38		38		13,6	3/08/92	1194	1023	13		13		0,0
15/06/92	1194	1023	32		32		4,9	4/08/92	1194	1019	29		29		3,1
16/06/92	1192	1027	29		29		0,0	5/08/92	1193	1020	32		32		0,8
17/06/92	1196	1024	47		47		6,3	6/08/92	1192	1026	23		23		0,0
18/06/92	1194	1022	37		37		6,9	7/08/92	1194	1031	30		30		0,5
19/06/92	1193	1025	38		38		9,7	8/08/92	1183	1025	0		0		37,3
20/06/92	1193	1025	42		42		27,2	9/08/92	1194	1014	27		27		3,1
21/06/92	1195	1027	55		55		15,1	10/08/92	1190	1031	47		47		27,2
22/06/92	1195	1036	85		85		26,3	11/08/92	1197	1021	19		19		2,1
23/06/92	1192	1028	49		49		10,4	12/08/92	1194	1020	24		24		3,3
24/06/92	1195	1022	38		38		9,4	13/08/92	1194	1024	36		36		12,1
25/06/92	1192	1025	41		41		7,2	14/08/92	1190	1053	92		92		45,4
26/06/92	1193	1026	33		33		8,7	15/08/92	1195	1027	51		51		16,3
27/06/92	1195	1018	21		21		0,0	16/08/92	1194	1024	42		42		5,8
28/06/92	1194	1029	59		59		0,8	17/08/92	1195	1019	40		40		7,2
29/06/92	1192	1027	10		10		0,0	18/08/92	1195	1028	58		58		0,0
30/06/92	1195	1017	10		10		0,1	19/08/92	1195	1023	16		16		0,0
1/07/92	1195	1027	45		45		0,0	20/08/92	1194	1019	18		18		16,8

STUWSLUIS ST. BAAFS-VIJVE - WAARNEMINGEN OM 8 UUR

(grey shading) Gegevens onbetrouwbaar

Datum	Waterstand te Menen (cm)		Stand van de stuw Klep 1 (cm)		Stand van de stuw Klep 2 (cm)		Debiet	Datum	Waterstand te Menen (cm)		Stand van de stuw Klep 1 (cm)		Stand van de stuw Klep 2 (cm)		Debiet
	opw.	afw.	B	O	B	O	(m^3/s)		opw.	afw.	B	O	B	O	(m^3/s)
1/11/91	1193	1018	5		5		3,3	18/12/91	1198	1050	106		106		44,5
2/11/91	1192	1018	24		24		6,3	19/12/91	1195	1045	96		96		51,3
3/11/91	1195	1027	27		27		9,7	20/12/91	1195	1062	107		107		56,9
4/11/91	1194	1021	50		50		26,3	21/12/91	1193	1059	98		105		54,5
5/11/91	1195	1040	83		83		46,3	22/12/91	1195	1056	105		105		56,1
6/11/91	1196	1038	95		95		55,3	23/12/91	1194	1038	84		84		34,1
7/11/91	1190	1036	74		74		39,9	24/12/91	1192	1035	67		67		25,4
8/11/91	1194	1026	68		68		41,8	25/12/91	1191	1023	46		46		24,6
9/11/91	1192	1047	94		94		56,9	26/12/91	1194	1025	52		52		23,7
10/11/91	1195	1030	69		69		27,2	27/12/91	1195	1032	66		66		19,8
11/11/91	1194	1025	51		51		27,2	28/12/91	1194	1032	70		70		20,3
12/11/91	1195	1036	68		68		29,0	29/12/91	1194	1028	48		48		24,6
13/11/91	1197	1054	87		87		75,6	30/12/91	1195	1056	41		41		13,6
14/11/91	1195	1056	107		107		59,2	31/12/91	1194	1025	41		41		16,8
15/11/91	1196	1061		170		110	58,4	1/01/92	1194	1021	35		35		20,7
16/11/91	1195	1041	92		92		48,0	2/01/92	1192	1024	39		39		11,1
17/11/91	1195	1032	70		70		38,7	3/01/92	1194	1022	50		50		11,4
18/11/91	1194	1033	68		68		35,8	4/01/92	1194	1023	48		48		13,2
19/11/91	1194	1051	100		100		130,3	5/01/92	1195	1032	80		80		38,7
20/11/91	1221	1221		445		445	190,9	6/01/92	1195	1029	74		74		30,0
21/11/91	1196	1159		208		208	146,1	7/01/92	1194	1028	68		68		25,4
22/11/91	1197	1136		146		146	113,1	8/01/92	1194	1023	53		53		16,8
23/11/91	1194	1105					91,7	9/01/92	1195	1027	49		49		24,6
24/11/91	1195	1067	96	76	11	31	69,1	10/01/92	1194	1028	56		56		18,5
25/11/91	1195	1092	101		101		43,6	11/01/92	1192	1023	30		30		15,9
26/11/91	1192	1048	88		88		34,1	12/01/92	1191	1023					14,3
27/11/91	1194	1037	79		79		29,0	13/01/92	1193	1023	54		54		16,8
28/11/91	1194	1032	65		65		22,9	14/01/92	1185	1025	23		23		3,8
29/11/91	1194	1025	54		54		23,7	15/01/92	1191	1023	38		38		11,8
30/11/91	1195	1028	55		55		18,9	16/01/92	1192	1023	32		32		14,0
1/12/91	1196	1026	49		49		17,6	17/01/92	1193	1023	28		28		9,4
2/12/91	1195	1031	58		58		15,9	18/01/92	1194	1024	40		40		9,4
3/12/91	1194	1032	60		60		15,1	19/01/92	1195	1025	36		36		11,8
4/12/91	1194	1028	56		56		20,7	20/01/92	1194	1030	54		54		16,3
5/12/91	1195	1025	43		43		15,5	21/01/92	1194	1027	36		36		13,6
6/12/91	1198	1020	48		48		13,2	22/01/92	1195	1026	45		45		12,8
7/12/91	1191	1021	39		39		7,8	23/01/92	1194	1019	23		23		9,7
8/12/91	1191	1021	58		58		10,4	24/01/92	1195	1029	42		42		5,5
9/12/91	1193	1025	37		37		9,7	25/01/92	1195	1017	9		9		7,8
10/12/91	1197	1029	46		46		10,7	26/01/92	1194	1026	43		43		8,4
11/12/91	1195	1029	29		29		9,4	27/01/92	1190	1022	33		33		7,5
12/12/91	1191	1022	29		29		9,4	28/01/92	1195	1023	24		24		9,4
13/12/91	1195	1025	30		30		5,2	29/01/92	1192	1023	26		26		10,0
14/12/91	1191	1028	54		54		2,8	30/01/92	1192	1023	24		24		1,6
15/12/91	1195	1020	27		27		5,5	31/01/92	1192	1018	6		6		24,6
16/12/91	1195	1020	36		36		27,2	1/02/92	1196	1016	10		10		25,6
17/12/91	1195	1033	62		62		5,8	2/02/92	1197	1031	47		47		6,3

Gegevens onbetrouwbaar

Datum	Waterstand te Menen (cm)		Stand van de stuw Klep 1 (cm)		Klep 2 (cm)		Debiet	Datum	Waterstand te Menen (cm)		Stand van de stuw Klep 1 (cm)		Klep 2 (cm)		Debiet
	opw.	afw.	B	O	B	O	(m³/s)		opw.	afw.	B	O	B	O	(m³/s)
29/11/92	1195	1053	87	20			51,3	18/01/93	1194	1058	77	30	77	30	43,6
30/11/92	1195	1090	23	102			81,9	19/01/93	1195	1040	90		90		38,7
1/12/92	1195	1072	77		77		56,9	20/01/93	1195	1039	90		90		39,9
2/12/92	1195	1040	87		87		40,8	21/01/93	1194	1044	95		95		38,7
3/12/92	1194	1082	28	77	28	77	91,7	22/01/93	1194	1035	86		86		46,3
4/12/92	1195	1122		150		108	112,1	23/01/93	1194	1067	83	24	83	24	74,2
5/12/92	1194	1142	225	23	225	23	119,2	24/01/93	1194	1042	101		101		51,4
6/12/92	1195	1104	95	82	26		96,1	25/01/93	1194	1040	90		90		45,4
7/12/92	1197	1123		122		122	125,0	26/01/93	1195	1044	97		97		40,8
8/12/92	1199	1159		221		196	122,1	27/01/93	1193	1069	101		101		74,2
9/12/92	1196	1118		147	16	91	98,5	28/01/93	1194	1071	102		102		66,1
10/12/92	1195	1079	45	63	45	63	67,6	29/01/93	1195	1065	103		103		66,1
11/12/92	1195	1068	86		31		55,3	30/01/93	1194	1070	83	23	83	23	62,3
12/12/92	1200	1103		135		109	87,9	31/01/93	1194	1063	80	18	80	18	53,7
13/12/92	1193	1084	40		100		91,1	1/02/93	1193	1042	88		88		39,9
14/12/92	1193	1074	86		101		66,9	2/02/93	1194	1050	101		101		41,8
15/12/92	1196	1061	67		42		55,3	3/02/93	1195	1043	96		96		38,7
16/12/92	1195	1045	98		98		40,8	4/02/93	1194	1041	96		96		32,6
17/12/92	1194	1040	89		89		38,7	5/02/93	1196	1041	88		88		28,1
18/12/92	1195	1045	100		100		44,5	6/02/93	1196	1038	77		77		29,0
19/12/92	1195	1048	100		100		41,8	7/02/93	1194	1037	76		76		31,1
20/12/92	1194	1096	100	37	70	37	79,1	8/02/93	1194	1037	83		83		29,0
21/12/92	1194	1079	76	30			82,6	9/02/93	1193	1038	86		86		31,1
22/12/92	1194	1066	103		103		52,9	10/02/93	1194	1033	69		69		26,3
23/12/92	1195	1051	103		103		48,8	11/02/93	1195	1029	72		72		25,4
24/12/92	1195	1050	101		101		40,8	12/02/93	1196	1033	72		72		22,9
25/12/92	1194	1052	95		95		41,8	13/02/93	1194	1036	66		66		28,1
26/12/92	1195	1037	86		86		22,8	14/02/93	1195	1036	69		69		26,3
27/12/92	1194	1029	88		88		34,1	15/02/93	1195	1035	70		70		23,7
28/12/92	1194	1030	63		63		26,3	16/02/93	1195	1032	78		78		24,6
29/12/92	1194	1031	66		66		26,3	17/02/93	1196	1030	66		66		23,7
30/12/92	1194	1029	60		60		22,9	18/02/93	1195	1035	77		77		24,6
31/12/92	1195	1033	67		67		25,4	19/02/93	1195	1028	64		64		24,6
1/01/93	1195	1036	70		70		25,4	20/02/93	1195	1032	67		67		21,7
2/01/93	1195	1093	79		79		15,5	21/02/93	1195	1038	66		66		24,6
3/01/93	1195	1037	72		72		21,7	22/02/93	1194	1037	82		82		26,3
4/01/93	1197	1035	76		76		27,2	23/02/93	1197	1041	90		90		26,3
5/01/93	1195	1031	65		65		20,3	24/02/93	1196	1042	99		99		26,3
6/01/93	1195	1036	81		81		27,2	25/02/93	1195	1035	81		81		26,3
7/01/93	1186	1035	29		29		35,8	26/02/93	1194	1034	80		80		27,2
8/01/93	1195	1053	103		103		44,5	27/02/93	1196	1044	22		22		38,7
9/01/93	1195	1045	100		100		46,3	28/02/93	1195	1057	102		102		47,1
10/01/93	1194	1064	70	39			61,6	1/03/93	1194	1049	102		102		49,7
11/01/93	1195	1084	107	102			101,5	2/03/93	1195	1054	103		103		41,8
12/01/93	1195	1139		159		159	129,9	3/03/93	1196	1047	103		103		38,7
13/01/93	1194	1134		155		155	115,7	4/03/93	1194	1044	99		99		35,8
14/01/93	1193	1116		114		114	97,9	5/03/93	1194	1040	91		91		31,1
15/01/93	1208	1085		118		118	72,8	6/03/93	1197	1041	80		80		30,0
16/01/93	1193	1070	41	61	41	61	58,4	7/03/93	1194	1052	101		101		39,9
17/01/93	1195	1056	96	11	96	11	53,7	8/03/93	1197	1039	87		87		30,0

Gegevens onbetrouwbaar

Datum	Waterstand te Menen (cm)		Stand van de stuw Klep 1 (cm)		Stand van de stuw Klep 2 (cm)		Debiet
	opw.	afw.	B	O	B	O	(m³/s)
9/03/93	1195	1038	91		91		29.0
10/03/93	1196	1036	83		83		28.1
11/03/93	1195	1040	90		90		28.1
12/03/93	1195	1028	76		76		25.4
13/03/93	1195	1030	70		70		23.7
14/03/93	1195	1038	87		87		26.3
15/03/93	1195	1021	76		76		24.6
16/03/93	1195	1031	64		64		22.1
17/03/93	1195	1031	70		70		23.7
18/03/93	1195	1028	69		69		23.7
19/03/93	1196	1025	53		53		20.7
20/03/93	1193	1028	57		57		24.6
21/03/93	1194	1037	78		78		16.8
22/03/93	1193	1027	63		63		24.6
23/03/93	1196	1037	79		79		26.3
24/03/93	1194	1034	76		76		24.6
25/03/93	1195	1026	35		35		6.3
26/03/93	1194	1029	63		63		17.6
27/03/93	1194	1033	66		66		18.9
28/03/93	1194	1030	52		52		18.0
29/03/93	1196	1024	45		45		22.6
30/03/93	1194	1018	33		33		19.3
31/03/93	1192	1018	17		17		18.5
1/04/93	1192	1029	50		50		25.4
2/04/93	1197	1036	72		72		25.4
3/04/93	1194	1029	70		70		19.0
4/04/93	1195	1032	56		56		18.0
5/04/93	1192	1023	55		55		21.2
6/04/93	1194	1028	62		62		26.3
7/04/93	1195	1024	62		62		21.7
8/04/93	1195	1035	73		73		15.9
9/04/93	1194	1028	48		48		10.4
10/04/93	1193	1020	21		21		18.5
11/04/93	1195	1029	36		36		1.4
12/04/93	1194	1026	43		43		22.1
13/04/93	1197	1020					20.7
14/04/93	1191	1022					22.1
15/04/93	1196	1041	86		86		23.1
16/04/93	1192	1022	41		41		22.6
17/04/93	1191	1025	56		56		19.3
18/04/93	1190	1023	25		25		21.1
19/04/93	1195	1025	50		50		17.6
20/04/93	1193	1027	65		65		15.1
21/04/93	1194	1033	54		54		17.2
22/04/93	1193	1025	48		48		13.6
23/04/93	1194	1026	68		68		23.7
24/04/93	1192	1023	46		46		14.3
25/04/93	1194	1033	63		63		23.7
26/04/93	1197	1026	45		45		16.8
27/04/93	1195	1030	71		71		23.7
28/04/93	1194	1035	54		54		13.2
29/04/93	1195	1027	54		54		24.6
30/04/93	1196	1028	46		46		10.0
1/05/93	1200	1031	0		0		28.1
2/05/93	1205	1029	0		0		24.6
3/05/93	1202	1029	0		0		24.6
4/05/93	1202	1032					17.6
5/05/93	1194	1020					14.3
6/05/93	1201	1027					16.8
7/05/93	1199	1025	50		50		8.4
8/05/93	1192	1026	52		52		10.7
9/05/93	1190	1024	40		40		26.3
10/05/93	1195	1024	51		51		25.4
11/05/93	1195	1034	85		85		24.6
12/05/93	1193	1027	47		47		23.1
13/05/93	1195	1027	53		53		19.3
14/05/93	1194	1022	57		57		23.7
15/05/93	1190	1013	0		0		24.6
16/05/93	1194	1019	48		48		24.6
17/05/93	1195	1019	44		44		8.1
18/05/93	1193	1021	44		44		10.7
19/05/93	1194	1022	54		54		23.7
20/05/93	1195	1019	41		41		25.4
21/05/93	1194	1021	42		42		17.6
22/05/93	1197	1019	68		68		23.7
23/05/93	1190	1018	15		15		11.1
24/05/93	1197	1027	73		73		9.7
25/05/93	1194	1025	63		63		7.2
26/05/93	1200	1032	70		70		0.0
27/05/93	1200	1028	87		87		29.0
28/05/93	1196	1033	55		55		0.0
29/05/93	1194	1021	27		27		15.9
30/05/93	1194	1022	28		28		9.7
31/05/93	1193	1022	49		49		14.0
1/06/93	1196	1012	31		31		22.1
2/06/93	1192	1021	48		48		15.1
3/06/93	1190	1020	0		0		38.7
4/06/93	1192	1021	42		42		16.3
5/06/93	1195	1036	51		51		0.0
6/06/93	1191	1018	24		24		0.0
7/06/93	1195	1017	35		35		8.1
8/06/93	1195	1019	73		73		5.8
9/06/93	1193	1019	29		29		13.2
10/06/93	1194	1015	13		13		16.8
11/06/93	1197	1035	93		93		29.0
12/06/93	1193	1031	71		71		26.3
13/06/93	1195	1025	65		65		27.2
14/06/93	1195	1038	82		82		22.9
15/06/93	1195	1026	57		57		18.0
16/06/93	1190	1022	50		50		17.2

Gegevens onbetrouwbaar

Datum	Waterstand te Menen (cm)		Stand van de stuw Klep 1 (cm)		Klep 2 (cm)		Debiet
	opw.	afw.	B	O	B	O	(m^3/s)
17/06/93	1197	1027	41		41		24.6
18/06/93	1194	1017	35		35		2.6
19/06/93	1197	1022	57		57		8.7
20/06/93	1195	1012	12		12		1.8
21/06/93	1194	1018	55		55		0.0
22/06/93	1192	1015	18		18		23.7
23/06/93	1194	1023	46		46		4.1
24/06/93	1194	1019	22		22		8.4
25/06/93	1197	1021	26		26		0.0
26/06/93	1195	1012	6		6		1.0
27/06/93	1195	1019	11		11		6.9
28/06/93	1197	1017	38		38		10.0
29/06/93	1195	1018	29		29		0.0
30/06/93	1197	1019	39		39		5.8
1/07/93	1193	1020	21		21		3.6
2/07/93	1195	1017	27		27		3.1
3/07/93	1195	1016	19		19		3.8
4/07/93	1197	1014	19		19		5.5
5/07/93	1192	1018	20		20		4.6
6/07/93	1194	1018	21		21		0.0
7/07/93	1196	1016	40		40		1.8
8/07/93	1199	1016	27		27		0.3
9/07/93	1196	1019	27		27		2.8
10/07/93	1191	1018	18		18		0.0
11/07/93	1195	1021	21		21		3.3
12/07/93	1196	1017	21		21		0.0
13/07/93	1194	1017	15		15		3.8
14/07/93	1195	1013	23		23		12.8
15/07/93	1195	1021	48		48		15.1
16/07/93	1195	1021	71		71		25.4
17/07/93	1195	1020	47		47		14.3
18/07/93	1194	1012	0		0		0.3
19/07/93	1194	1022	42		42		18.0
20/07/93	1195	1039	71		71		26.3
21/07/93	1194	1015	30		30		29.0
22/07/93	1198	1022	52		52		18.0
23/07/93	1196	1018	34		34		8.4
24/07/93	1195	1016	38		38		26.3
25/07/93	1193	1042	82		82		77.8
26/07/93	1195	1022	62		62		23.7
27/07/93	1195	1023	59		59		20.3
28/07/93	1195	1034	86		86		26.3
29/07/93	1195	1019	73		73		24.6
30/07/93	1194	1020	47		47		35.8
31/07/93	1195	1036	82		82		26.3
1/08/93	1195	1020	48		48		13.6
2/08/93	1197	1018	42		42		11.8
3/08/93	1195	1014	38		38		7.5
4/08/93	1193	1017	32		32		6.3
5/08/93	1198	1014	30		30		6.9

Datum	Waterstand te Menen (cm)		Stand van de stuw Klep 1 (cm)		Klep 2 (cm)		Debiet
	opw.	afw.	B	O	B	O	(m^3/s)
6/08/93	1196	1017	29		29		24.6
7/08/93	1195	1018	29		29		6.3
8/08/93	1194	1015	17		17		8.7
9/08/93	1199	1021	29		29		6.6
10/08/93	1196	1025	43		43		6.9
11/08/93	1193	1011	0		0		1.4
12/08/93	1195	1021	38		38		8.4
13/08/93	1195	1019	45		45		18.5
14/08/93	1191	1015	31		31		9.7
15/08/93	1195	1021	36		36		24.6
16/08/93	1195	1013	5		5		9.7
17/08/93	1194	1017	33		33		0.0
18/08/93	1194	1012	4		4		2.8
19/08/93	1199	1015	16		16		6.3
20/08/93	1195	1012	13		13		3.6
21/08/93	1195	1021	23		23		0.0
22/08/93	1193	1021	25		25		0.0
23/08/93	1196	1022	56		56		6.3
24/08/93	1195	1018	27		27		12.5
25/08/93	1194	1017	18		18		0.0
26/08/93	1196	1022	32		32		0.0
27/08/93	1196	1019	42		42		2.8
28/08/93	1195	1020	41		41		0.0
29/08/93	1195	1026	25		25		4.1
30/08/93	1195	1012	0		0		4.1
31/08/93	1195	1019	21		21		2.8
1/09/93	1192	1017	20		20		6.9
2/09/93	1195	1015	7		7		6.9
3/09/93	1192	1016	6		6		0.0
4/09/93	1195	1022	31		31		0.0
5/09/93	1194	1018	26		26		4.1
6/09/93	1195	1020	24		24		3.1
7/09/93	1196	1025	47		47		0.0
8/09/93	1195	1013	13		13		2.1
9/09/93	1197	1013	24		24		23.7
10/09/93	1195	1022	42		42		4.6
11/09/93	1195	1010	3		3		0.0
12/09/93	1195	1018	40		40		14.7
13/09/93	1194	1016	27		27		4.1
14/09/93	1196	1041	51		51		18.9
15/09/93	1195	1024	40		40		12.8
16/09/93	1200	1037	91		91		13.6
17/09/93	1194	1023	49		49		10.4
18/09/93	1195	1022	42		42		0.0
19/09/93	1195	1018	41		41		4.1
20/09/93	1194	1016	37		37		24.6
21/09/93	1190	1028	25		25		26.3
22/09/93	1194	1041	62		62		16.3
23/09/93	1195	1025	55		55		23.7
24/09/93	1194	1020	45		45		1.6

Gegevens onbetrouwbaar

Datum	Waterstand te Menen (cm)		Stand van de stuw Klep 1 (cm)		Stand van de stuw Klep 2 (cm)		Debiet
	opw.	afw.	B	O	B	O	(m³/s)
25/09/93	1195	1020	19		19		5.2
26/09/93	1195	1012	9		9		8.1
27/09/93	1195	1028	53		53		19.8
28/09/93	1195	1052	105		105		50.5
29/09/93	1192	1094	10	95	10	95	77.1
30/09/93	1195	1063	90	16	90	16	48.0
1/10/93	1197	1041	93		93		46.3
2/10/93	1195	1066	76	30	76	30	61.6
3/10/93	1194	1047	101		101		56.9
4/10/93	1195	1040	82		82		32.6
5/10/93	1197	1041	74		74		26.3
6/10/93	1194	1018	59		59		24.6
7/10/93	1196	1022	49		49		16.8
8/10/93	1196	1021	55		55		23.7
9/10/93	1196	1035	75		75		24.6
10/10/93	1194	1027	65		65		23.5
11/10/93	1196	1023	52		52		14.0
12/10/93	1196	1022	44		44		26.3
13/10/93	1196	1036	80		80		26.3
14/10/93	1197	1040	66		66		35.8
15/10/93	1196	1092	26	84	26	84	85.3
16/10/93	1195	1067	78	35	78	35	60.0
17/10/93	1194	1029	74		74		29.7
18/10/93	1197	1020	58		58		24.3
19/10/93	1196	1023	58		58		24.6
20/10/93	1196	1019	37		37		15.5
21/10/93	1198	1022	54		54		24.6
22/10/93	1195	1041	70		70		37.3
23/10/93	1198	1035	79		79		26.3
24/10/93	1195	1022	44		44		19.3
25/10/93	1195	1024	57		57		23.7
26/10/93	1195	1022	33		33		12.8
27/10/93	1195	1016	29		29		11.8
28/10/93	1195	1022	58		58		24.6
29/10/93	1197	1019	34		34		11.8
30/10/93	1195	1017	40		40		23.7
31/10/93	1198	1018	29		29		14.0
1/11/93	1195	1019	37		37		11.8
2/11/93	1195	1018	32		32		14.3
3/11/93	1195	1022	59		59		23.7
4/11/93	1194	1019	42		42		23.7
5/11/93	1194	1021	42		42		14.7
6/11/93	1196	1018	35		35		12.1
7/11/93	1196	1019	37		37		24.6
8/11/93	1192	1099	50		50		9.1
9/11/93	1193	1013	0		0		5.8
10/11/93	1196	1020	38		38		27.2
11/11/93	1195	1020	59		59		21.2
12/11/93	1195	1023	51		51		16.8
13/11/93	1195	1018	30		30		18.0

Datum	Waterstand te Menen (cm)		Stand van de stuw Klep 1 (cm)		Stand van de stuw Klep 2 (cm)		Debiet
	opw.	afw.	B	O	B	O	(m³/s)
14/11/93	1191	1071	99		99		100.3
15/11/93	1194	1095	129	101	129	101	109.9
16/11/93	1196	1048	96		96		48.8
17/11/93	1195	1039	62		62		31.1
18/11/93	1195	1035	74		74		28.1
19/11/93	1195	1022	41		41		18.5
20/11/93	1193	1022	43		43		24.6
21/11/93	1196	1021	40		40		23.6
22/11/93	1196	1020	36		36		20.7
23/11/93	1195	1021	32		32		26.2
24/11/93	1196	1022	49		49		0.0
25/11/93	1195	1020	41		41		12.8
26/11/93							14.0
27/11/93	1194	1022	36		36		10.0
28/11/93	1195	1022	39		39		19.3
29/11/93	1196	1020	30		30		9.7
30/11/93	1198	1019	23		23		24.6
1/12/93	1195	1019	52		52		15.1
2/12/93	1195	1023	36		36		20.3
3/12/93	1195	1025	45		45		15.1
4/12/93	1196	1020	42		42		23.1
5/12/93	1194	1021	40		40		18.5
6/12/93	1190	1022	51		51		19.3
7/12/93	1195	1021	39		39		11.1
8/12/93	1197	1037	79		79		31.1
9/12/93	1196	1022	87		87		30.0
10/12/93	1195	1019	67		67		29.0
11/12/93	1195	1037	82		82		28.1
12/12/93	1194	1036	49		49		24.6
13/12/93	1195	1112		145		100	125.9
14/12/93	1194	1122		191		97	128.6
15/12/93	1195	1115		170		101	121.2
16/12/93	1195	1168		350		96	156.2
17/12/93	1195	1147		259		94	131.6
18/12/93	1192	1144		261		93	115.2
19/12/93	1194	1121		180		101	129.0
20/12/93	1195	1146		260		99	168.8
21/12/93	1227	1218		464		430	210.6
22/12/93	1243	1230		464		461	211.0
23/12/93	1238	1227		464		457	203.1
24/12/93	1255	1238		464		457	212.4
25/12/93	1266	1252		460		459	208.5
26/12/93	1245	1242		465		459	189.3
27/12/93	1216	1207		466		457	174.8
28/12/93	1223	1212		466		457	160.2
29/12/93	1203	1193		466		457	153.9
30/12/93	1201	1184		348		348	159.7
31/12/93	1224	1215		464		458	200.6
1/01/94	1225	1214		465		459	193.3
2/01/94	1212	1204		465		459	184.4

Gegevens onbetrouwbaar

Datum	Waterstand te Menen (cm)		Stand van de stuw Klep 1 (cm)		Klep 2 (cm)		Debiet
	opw.	afw.	B	O	B	O	(m³/s)
3/01/94	1215	1205		465		459	179.0
4/01/94	1207	1197		465		459	164.6
5/01/94	1202	1185		354		354	153.1
6/01/94	1202	1189		371		371	160.2
7/01/94	1206	1192		437		437	158.4
8/01/94	1200	1163		230		230	130.3
9/01/94	1200	1131		148		148	106.6
10/01/94	1197	1111		116		116	94.2
11/01/94	1200	1107	110		110		92.4
12/01/94	1196	1094	85	24	85	24	86.6
13/01/94	1199	1142		162		162	127.2
14/01/94	1195	1123		140		140	112.1
15/01/94	1193	1116		116		116	99.1
16/01/94	1196	1090	76	33	76	33	83.2
17/01/94	1194	1091	30	177	30	177	71.3
18/01/94	1195	1063	65	40	65	40	60.0
19/01/94	1196	1072	62	50	62	50	72.1
20/01/94	1194	1091	71	38	71	38	72.1
21/01/94	1196	1063	48	60	48	60	60.0
22/01/94	1194	1065	50	52	50	52	63.1
23/01/94	1195	1062	53	50	53	50	63.1
24/01/94	1193	1071	61	45	61	45	69.9
25/01/94	1195	1071	44	63	44	63	64.6
26/01/94	1195	1069	44	63	44	63	62.3
27/01/94	1195	1057	56	49	56	49	60.0
28/01/94	1194	1071	88	20		103	61.6
29/01/94	1194	1064	64		62		51.3
30/01/94	1196	1039	81		81		38.7
31/01/94	1192	1047	103		103		47.1
1/02/94	1195	1044	105		105		44.5
2/02/94	1196	1040	96		96		44.5
3/02/94	1195	1037	83		83		45.4
4/02/94	1196	1071	52	53	52	53	81.9
5/02/94	1195	1064	98	9	98	9	57.7
6/02/94	1191	1055	27	77		99	60.0
7/02/94	1195	1046	102		102		48.8
8/02/94	1195	1047	69		69		52.1
9/02/94	1195	1047	103		103		52.9
10/02/94	1195	1041	95		95		49.7
11/02/94	1195	1045	100		100		42.7
12/02/94	1198	1039	94		94		37.3
13/02/94	1195	1037	91		91		39.9
14/02/94	1196	1037	79		79		37.3
15/02/94	1195	1039	93		93		38.7
16/02/94	1196	1039	87		87		37.3
17/02/94	1195	1040	78		78		34.1
18/02/94	1195	1040	80		80		34.1
19/02/94	1196	1039	78		78		27.2
20/02/94	1195	1052	52		52		27.2
21/02/94	1196	1039	95		95		37.3

Datum	Waterstand te Menen (cm)		Stand van de stuw Klep 1 (cm)		Klep 2 (cm)		Debiet
	opw.	afw.	B	O	B	O	(m³/s)
22/02/94	1195	1028	72		72		34.1
23/02/94	1195	1038	82		82		40.8
24/02/94	1192	1038	82		82		62.3
25/02/94	1145	1045	102		102		50.5
26/02/94	1198	1035	47		47		46.3
27/02/94	1196	1047	102	6	102	6	47.1
28/02/94	1192	1046	98		98		44.5
1/03/94	1194	1051	96	10	96	10	53.7
2/03/94	1196	1045	98	10	98	10	56.9
3/03/94	1195	1045	105	2	105	2	64.6
4/03/94	1196	1054	97	11	97	11	60.0
5/03/94	1195	1042	92		92		56.1
6/03/94	1195	1037	92		92		58.4
7/03/94	1195	1037	92		92		50.5
8/03/94	1204	1043	114	20	114	20	51.3
9/03/94	1194	1046	102	4	102	4	36.7
10/03/94	1195	1038	85		85		30.0
11/03/94	1195	1039	88		88		27.3
12/03/94	1196	1020	58		58		28.0
13/03/94	1196	1040	92		92		2.1
14/03/94	1196	1038	91		91		29.6
15/03/94	1194	1020	83		83		30.4
16/03/94	1197	1037	91		91		30.8
17/03/94	1191	1020	81		81		24.4
18/03/94	1197	1037	87		87		26.9
19/03/94	1195	1046	99		99		49.9
20/03/94	1195	1040	92		92		48.4
21/03/94	1194	1046	104	2	104	2	38.9
22/03/94	1196	1037	84		84		38.5
23/03/94	1194	1066	74	34	74	34	51.0
24/03/94	1196	1049	95	14	95	14	44.9
25/03/94	1195	1047	103	4	103	4	41.6
26/03/94	1197	1036	86		86		37.8
27/03/94	1192	1041	69		69		36.7
28/03/94	1197	1038	80		80		31.2
29/03/94	1195	1026	83		83		28.4
30/03/94	1195	1036	90		90		27.7
31/03/94	1196	1046	88	21	88	21	34.6
1/04/94	1196	1039	86		86		43.9
2/04/94	1195	1043	92	16	92	16	39.2
3/04/94	1195	1044	107		107		36.7
4/04/94	1195	1078	58	48	58	48	48.0
5/04/94	1193	1072	48	55	48	55	57.8
6/04/94	1195	1097	15	92	15	92	55.7
7/04/94	1196	1073	44	66	44	66	51.0
8/04/94	1195	1068	75	34	75	34	54.7
9/04/94	1196	1094	25	84	25	84	61.5
10/04/94	1194	1140		158		158	74.2
11/04/94	1193	1125		135		135	69.6
12/04/94	1194	1090	85	22	85	22	51.9

Gegevens onbetrouwbaar

Datum	Waterstand te Menen (cm) opw.	Waterstand te Menen (cm) afw.	Stand van de stuw Klep 1 (cm) B	Klep 1 (cm) O	Klep 2 (cm) B	Klep 2 (cm) O	Debiet (m³/s)
13/04/94	1194	1070	56	52	56	52	45.2
14/04/94	1195	1064	80	90	80	90	39.2
15/04/94	1194	1064	82	25	82	25	40.3
16/04/94	1192	1072	42	60	42	60	45.8
17/04/94	1194	1063	72	36	72	36	41.2
18/04/94	1194	1065	68	39	68	39	40.3
19/04/94	1195	1044	86	14	86	14	36.0
20/04/94	1193	1046	87	9	87	9	36.7
21/04/94	1195	1040	96		96		33.4
22/04/94	1195	1038	42		42		36.7
23/04/94	1195	1044	99		99		33.1
24/04/94	1118	1040	98		98		38.2
25/04/94	1196	1044	93		93		31.9
26/04/94	1194	1038	81		81		29.2
27/04/94	1199	1039	95		95		31.2
28/04/94	1195	1039	101		101		30.8
29/04/94	1195	1037	75		75		26.1
30/04/94	1195	1022	40		40		29.2
1/05/94	1195	1018	78		78		26.5
2/05/94	1196	1038	88		88		29.2
3/05/94	1199	1039	86		86		25.3
4/05/94	1196	1020	79		79		22.3
5/05/94	1196	1018	67		67		24.4
6/05/94	1196	1044	103	60	103	60	27.3
7/05/94	1198	1020	70		70		21.8
8/05/94	1195	1039	90				34.9
9/05/94	1196	1039	90		90		25.3
10/05/94	1190	1021	67		67		23.6
11/05/94	1196	1021	39		39		21.8
12/05/94	1095	1041	78		78		22.7
13/05/94	1199	1022	61		61		21.4
14/05/94	1192	1020	59		59		23.6
15/05/94	1201	1019	80		80		43.6
16/05/94	1193	1088	49	56	49	56	54.2
17/05/94	1194	1076	49	57	49	47	49.9
18/05/94	1194	1069	57	50	57	50	52.2
19/05/94	1195	1064	82	25	82	25	43.3
20/05/94	1197	1026	73		73		34.2
21/05/94	1197	1039	75		75		35.7
22/05/94	1195	1043	102		102		38.2
23/05/94	1195	1024	60		60		34.2
24/05/94	1193	1042	104		104		33.8
25/05/94	1195	1039	101		101		33.8
26/05/94	1193	1097	85		85		48.4
27/05/94	1194	1074	39	68	39	68	54.2
28/05/94	1194	1064	90	16	90	16	43.6
29/05/94	1195	1038	90		90		42.3
30/05/94	1197	1040	108	30	108	30	31.9
31/05/94	1194	1038	91		91		33.8
1/06/94	1195	1021	73		73		27.7

Datum	Waterstand te Menen (cm) opw.	Waterstand te Menen (cm) afw.	Stand van de stuw Klep 1 (cm) B	Klep 1 (cm) O	Klep 2 (cm) B	Klep 2 (cm) O	Debiet (m³/s)
2/06/94	1194	1029	73		73		28.8
3/06/94	1194	1036	99		99		35.3
4/06/94	1194	1041	96		96		33.8
5/06/94	1193	1047	92		92		62.7
6/06/94	1194	1047	102	40	102	40	37.5
7/06/94	1194	1038	95		95		31.2
8/06/94	1195	1037	91		91		33.1
9/06/94	1195	1037	90		90		30.4
10/06/94	1196	1038	86		86		33.8
11/06/94	1195	1037	86		86		30.0
12/06/94	1195	1020	74		74		26.5
13/06/94	1195	1020	81		81		23.1
14/06/94	1195	1019	53		53		20.4
15/06/94	1195	1021	52		52		17.1
16/06/94	1196	1016	37		37		17.1
17/06/94	1195	1016	47		47		24.0
18/06/94	1196	1022	63		63		20.4
19/06/94	1195	1022	67		67		20.4
20/06/94	1196	1018	45		45		17.1
21/06/94	1194	1022	33		33		17.1
22/06/94	1194	1013	30		30		15.0
23/06/94	1196	1020	50		50		14.5
24/06/94	1197	1022	57		57		17.1
25/06/94	1195	1022	57		57		19.4
26/06/94	1195	1020	55		55		19.4
27/06/94	1193	1020	40		40		17.1
28/06/94	1196	1020	48		48		12.3
29/06/94	1195	1022	69		69		19.4
30/06/94	1195	1020	52		52		13.2
1/07/94	1195	1016	31		31		13.2
2/07/94	1193	1017	37		37		13.6
3/07/94							14.5
4/07/94	1193	1021	47		47		14.5
5/07/94	1194	1021	54		54		17.9
6/07/94	1193	1021	62		62		15.0
7/07/94	1193	1020	50		50		15.0
8/07/94	1194	1019	52		52		14.1
9/07/94	1194	1021	27		27		16.3
10/07/94	1195	1019	49		49		19.9
11/07/94	1195	1019	39		39		12.7
12/07/94	1195	1019	69		69		11.9
13/07/94	1195	1020	50		50		13.6
14/07/94	1194	1017	45		45		22.9
15/07/94	1196	1019	42		42		14.7
16/07/94	1195	1021	35		35		11.1
17/07/94	1195	1019	37		37		10.0
18/07/94	1196	1018	50		50		22.9
19/07/94	1191	1012	27		27		9.4
20/07/94	1193	1022	67		67		8.7
21/07/94	1195	1018	39		39		5.5

Gegevens onbetrouwbaar

Datum	Waterstand te Menen (cm)		Stand van de stuw Klep 1 (cm)		Stand van de stuw Klep 2 (cm)		Debiet
	opw.	afw.	B	O	B	O	(m³/s)
22/07/94	1195	1018	18		18		6.3
23/07/94	1195	1017	21		21		1.6
24/07/94	1194	1016	25		25		1.8
25/07/94	1195	1015	33		33		0.0
26/07/94	1193	1019	41		41		6.9
27/07/94	1194	1016	38		38		10.4
28/07/94	1196	1022	55		55		0.2
29/07/94	1196	1040	93		93		35.8
30/07/94	1196	1020	39		39		16.8
31/07/94	1195	1043	86		86		12.5
1/08/94	1195	1022	45		45		17.6
2/08/94	1195	1020	50		50		25.4
3/08/94	1197	1020	57		57		14.0
4/08/94	1195	1011	20		20		22.1
5/08/94	1192	1012	17		17		22.9
6/08/94	1194	1019	67		67		24.6
7/08/94	1195	1019	46		46		10.0
8/08/94	1194	1012	80		80		7.2
9/08/94	1195	1018	37		37		10.4
10/08/94	1192	1018	54		54		15.1
11/08/94	1193	1013	0		0		22.9
12/08/94	1192	1016	41		41		24.6
13/08/94	1194	1014	17		17		17.2
14/08/94	1195	1014	20		20		6.6
15/08/94	1194	1016	29		29		9.7
16/08/94	1194	1013	5		5		8.4
17/08/94	1193	1011	16		16		12.3
18/08/94	1197	1012	12		12		13.6
19/08/94	1195	1016	96		96		6.4
20/08/94	1195	1022	48		48		13.2
21/08/94	1195	1018	30		30		12.3
22/08/94	1203	1014	29		29		5.4
23/08/94	1195	1022	46		46		3.6
24/08/94	1198	1018	50		50		5.7
25/08/94	1195	1015	9		9		6.2
26/08/94	1195	1013	38		38		13.2
27/08/94	1195	1017	18		18		0.0
28/08/94	1195	1017	23		23		10.4
29/08/94	1194	1016	31		31		12.3
30/08/94	1197	1019	48		48		12.3
31/08/94	1195	1021	49		49		0.6
1/09/94	1197	1016	23		23		0.0
2/09/94	1195	1011	15		15		0.0
3/09/94	1192	1019	15		15		5.5
4/09/94	1193	1014	6		6		22.1
5/09/94	1195	1016	34		34		22.1
6/09/94	1195	1015	18		18		8.1
7/09/94	1194	1019	55		55		15.1
8/09/94	1199	1025	77		77		27.2
9/09/94	1194	1020	40		40		0.0

Datum	Waterstand te Menen (cm)		Stand van de stuw Klep 1 (cm)		Stand van de stuw Klep 2 (cm)		Debiet
	opw.	afw.	B	O	B	O	(m³/s)
10/09/94	1194	1020	64		64		28.1
11/09/94	1195	1019	59		59		22.1
12/09/94	1195	1019	26		26		16.8
13/09/94	1196	1017	43		43		17.6
14/09/94	1198	1019	50		50		22.9
15/09/94	1194	1021	68		68		23.7
16/09/94	1190	1020	0		0		52.1
17/09/94	1180	1018	69		69		31.1
18/09/94	1194	1013	15		15		32.6
19/09/94	1195	1012	20		20		12.5
20/09/94	1197	1047	101		101		48.0
21/09/94	1194	1037	88		88		44.5
22/09/94	1195	1017	15		15		28.1
23/09/94	1190	1017	33		33		13.6
24/09/94	1198	1017	16		16		11.4
25/09/94	1194	1016	47		47		22.9
26/09/94	1196	1016	39		39		10.7
27/09/94	1197	1020	44		44		6.1
28/09/94	1197	1018	36		36		5.5
29/09/94	1193	1016	25		25		0.3
30/09/94	1197	1020	49		49		0.0
1/10/94	1197	1012	7		7		0.0
2/10/94	1194	1014	38		38		7.0
3/10/94	1196	1011	16		16		15.6
4/10/94	1193	1022	54		54		17.9
5/10/94	1195	1022	54		54		13.2
6/10/94	1196	1018	35		35		12.7
7/10/94	1196	1012	0		0		2.6
8/10/94	1199	1021	40		40		0.0
9/10/94	1194	1019	24		24		3.5
10/10/94	1196	1019	48		48		13.2
11/10/94	1194	1016	40		40		11.9
12/10/94	1196	1014	37		37		4.4
13/10/94	1197	1018	45		45		12.7
14/10/94	1198	1027	39		39		12.3
15/10/94	1195	1012	20		20		5.4
16/10/94	1196	1021	22		22		4.4
17/10/94	1195	1016	35		35		9.2
18/10/94	1193	1014	0		0		0.0
19/10/94	1200	1013	4		4		0.0
20/10/94	1195	1016	31		31		12.7
21/10/94	1193	1011	0		0		3.2
22/10/94	1195	1014	13		13		6.4
23/10/94	1197	1019	32		32		13.6
24/10/94	1195	1017	30		30		3.6
25/10/94	1194	1014	27		27		13.6
26/10/94	1196	1015	33		33		12.3
27/10/94	1196	1022	46		46		25.3
28/10/94	1194	1018	102	4	102	4	27.3
29/10/94	1194	1037	97		97		27.3

Gegevens onbetrouwbaar

Datum	Waterstand te Menen (cm)		Stand van de stuw Klep 1 (cm)		Stand van de stuw Klep 2 (cm)		Debiet	Datum	Waterstand te Menen (cm)		Stand van de stuw Klep 1 (cm)		Stand van de stuw Klep 2 (cm)		Debiet
	opw.	afw.	B	O	B	O	(m³/s)		opw.	afw.	B	O	B	O	(m³/s)
30/10/94	1194	1043	97		97		46.2	19/12/94	1196	1020	58		58		29.0
31/10/94	1196	1040	97		97		45.2	20/12/94	1193	1044	96		96		44.5
1/11/94	1195	1039	97		97		40.9	21/12/94	1195	1037	89		89		38.7
2/11/94	1194	1023	53		53		33.8	22/12/94	1195	1038	88		88		38.7
3/11/94	1196	1022	56		56		22.7	23/12/94	1196	1041	84		84		31.1
4/11/94	1195	1020	55		55		24.2	24/12/94	1195	1041	80		80		28.1
5/11/94	1193	1022	56		56		21.5	25/12/94	1195	1021	72		72		26.3
6/11/94	1195	1016	43		43		12.5	26/12/94	1194	1022	76		76		31.1
7/11/94	1194	1016	29		29		1.9	27/12/94	1196	1039	93		39		42.7
8/11/94	1195	1019	48		48		12.8	28/12/94	1195	1072	32	76	32	76	72.8
9/11/94	1198	1015	39		39		11.4	29/12/94	1194	1100		90	16	90	107.2
10/11/94	1195	1018	26		26		18.7	30/12/94	1193	1170		268		268	165.7
11/11/94	1194	1015	34		34		16.8	31/12/94	1195	1170		251		251	158.6
12/11/94	1192	1020	42		42		17.2	1/01/95	1195	1170		273		269	153.4
13/11/94	1193	1017	41		41		21.1	2/01/95	1194	1149		243		219	137.3
14/11/94	1195	1020	64		64		20.7	3/01/95	1195	1149		100		297	134.1
15/11/94	1199	1017	60		60		54.5	4/01/95	1194	1139		170	170		110.5
16/11/94	1195	1038	86		86		27.2	5/01/95	1195	1112		112		112	95.5
17/11/94	1194	1021	68		68		30.0	6/01/95	1194	1092	31	77	31	77	72.1
18/11/94	1195	1019	71		71		26.3	7/01/95	1197	1067	45	66	45	66	63.1
19/11/94	1196	1041	66		66		25.4	8/01/95	1196	1064	55	53	55	53	62.3
20/11/94	1197	1022	74		74		26.3	9/01/95	1194	1072	48	59	48	59	79.1
21/11/94	1195	1022	57		57		17.2	10/01/95	1194	1070	34	72	34	72	74.9
22/11/94	1197	1021	71		71		25.4	11/01/95	1195	1120					120.2
23/11/94	1194	1021	57		57		25.4	12/01/95	1195	1119					114.7
24/11/94	1195	1017	43		41		14.3	13/01/95	1193	1080					92.4
25/11/94	1195	1022	61		61		24.6	14/01/95	1195	1055					69.9
26/11/94	1194	1021	58		58		11.1	15/01/95	1192	1057					69.1
27/11/94	1195	1013	1		1		22.9	16/01/95	1192	1051					60.0
28/11/94	1195	1022	65		65		17.6	17/01/95	1193	1040					52.1
29/11/94	1195	1020	46		46		17.6	18/01/95	1196	1050					50.5
30/11/94	1195	1022	64		63		18.5	19/01/95	1195	1035					53.7
1/12/94	1195	1019	46		46		12.8	20/01/95	1195	1055					56.9
2/12/94	1195	1018	54		54		15.1	21/01/95	1194	1027					57.7
3/12/94	1195	1016	35		35		10.7	22/01/95	1199	1042					104.9
4/12/94	1194	1021	57		57		23.7	23/01/95	1199	1175					160.4
5/12/94	1195	1019	54		54		19.7	24/01/95	1198	1150					128.6
6/12/94	1195	1020	52		52		20.3	25/01/95	1197	1145					130.3
7/12/94	1192	1020	72		72		27.2	26/01/95	1200	1171					159.9
8/12/94	1195	1019	79		79		42.7	27/01/95	1202	1183					167.8
9/12/94	1195	1148		157		157	142.2	28/01/95	1215	1200					184.4
10/12/94	1202	1099	109			150	105.5	29/01/95	1213	1189					186.7
11/12/94	1194	1089	86	21		108	87.9	30/01/95	1245	1235					220.1
12/12/94	1194	1047	99		99		46.3	31/01/95	1230	1215					187.8
13/12/94	1196	1036	93		93		34.1	1/02/95	1200	1184					149.4
14/12/94	1195	1041	99		99		38.7	2/02/95	1200	1172					140.4
15/12/94	1197	1022	67		67		25.4	3/02/95	1200	1135					117.2
16/12/94	1196	1022	55		55		23.7	4/02/95	1197	1115					99.1
17/12/94	1196	1021	55		55		19.3	5/02/95	1200	1100					81.9
18/12/94	1194	1022	62		62		24.6	6/02/95	1198	1080					76.3

Gegevens onbetrouwbaar

Datum	Waterstand te Menen (cm)		Stand van de stuw Klep 1 (cm)		Klep 2 (cm)		Debiet	Datum	Waterstand te Menen (cm)		Stand van de stuw Klep 1 (cm)		Klep 2 (cm)		Debiet
	opw.	afw.	B	O	B	O	(m³/s)		opw.	afw.	B	O	B	O	(m³/s)
7/02/95	1197	1072					69.1	29/03/95	1202	1065		160			67.6
8/02/95	1198	1067					69.1	30/03/95	1197	1052		103			51.3
9/02/95	1197	1075					80.5	31/03/95	1198	1049		162	94		43.6
10/02/95	1192	1060					67.6	1/04/95	1195	1045		99			46.3
11/02/95	1198	1080					83.2	2/04/95	1195	1031	22	72			41.8
12/02/95	1197	1077					75.6	3/04/95	1195	1036	5	86			41.8
13/02/95	1196	1060					69.1	4/04/95	1199	1031	93	10			37.3
14/02/95	1195	1058					63.9	5/04/95	1199	1038		99			39.9
15/02/95	1197	1106					83.9	6/04/95	1198	1035	24	71			38.7
16/02/95	1194	1105					102.1	7/04/95	1197	1022	69	31			35.8
17/02/95	1198	1130					115.2	8/04/95	1200	1024	81	24			28.1
18/02/95	1197	1114					102.1	9/04/95	1194	1062		119			21.7
19/02/95	1198	1100					106.6	10/04/95	1201	1029	58	46			31.1
20/02/95	1202	1179					153.1	11/04/95	1204	1040		140			35.8
21/02/95	1204	1132					119.7	12/04/95	1193	1016	98				34.1
22/02/95	1195	1116		127		127	100.9	13/04/95	1195	1025	79				30.0
23/02/95	1198	1103		107		107	93.6	14/04/95	1197	1028	71	30			31.1
24/02/95	1195	1107		113		113	104.9	15/04/95	1195	1032	36	60			29.0
25/02/95	1202	1124	132		132		112.1	16/04/95	1196	1029	70	28			28.1
26/02/95	1196	1120	135		135		112.1	17/04/95	1195	1037		93			34.1
27/02/95	1197	1109	114		114		100.3	18/04/95	1199	1028	71	32			41.8
28/02/95	1196	1090	90		90		84.6	19/04/95	1192	1033	36	55			41.8
1/03/95	1195	1081	82		82		77.1	20/04/95	1201	1014	116				19.8
2/03/95	1195	1072	58		58		71.3	21/04/95	1194	1020	84	16			30.0
3/03/95	1197	1132	157		157		118.7	22/04/95	1194	1052		119			39.9
4/03/95	1195	1110	117		117		100.3	23/04/95	1196	1030		43			38.7
5/03/95	1195	1085	80		80		83.2	24/04/95	1197	1036	36	60			32.6
6/03/95	1196	1085	85		85		85.9	25/04/95	1213	1027	92	49			30.0
7/03/95	1196	1077	75		75		82.6	26/04/95	1200	1055		150			38.7
8/03/95	1196	1075	60		60		77.1	27/04/95	1198	1028	97		97		35.8
9/03/95	1197	1086	77		77		81.2	28/04/95	1204	1023	109		109		24.6
10/03/95	1195	1080	75		75		71.3	29/04/95	1197	1020	90		90		21.2
11/03/95	1196	1066	50	64	50	64	57.7	30/04/95	1196	1020	91		91		31.1
12/03/95	1195	1055	97	39		39	56.9	1/05/95	1194	1022	85		85		28.1
13/03/95	1197	1057	101	29	17	29	53.7	2/05/95	1195	1023	78		78		26.3
14/03/95	1195	1050	107	18	19	18	46.3	3/05/95	1195	1031	85		85		25.4
15/03/95	1193	1070	135				54.5	4/05/95	1196	1024	90		90		29.0
16/03/95	1195	1060		114			55.3	5/05/95	1194	1022	70		70		29.0
17/03/95	1195	1055		106			54.5	6/05/95	1195	1023	62		62		28.1
18/03/95	1194	1065		135			62.3	7/05/95	1187	1020	98				28.1
19/03/95	1195	1062		118			61.6	8/05/95	1198	1016	95				28.1
20/03/95	1196	1054		114			66.1	9/05/95	1197	1021	101				25.4
21/03/95	1197	1054		110			50.5	10/05/95	1194	1014	103				24.6
22/03/95	1195	1041	9	82			40.8	11/05/95	1196	1024	104				26.3
23/03/95	1194	1048		107			42.7	12/05/95	1196	1020	84				12.8
24/03/95	1194	1040	20	77			43.6	13/05/95	1200	1016	69		69		48.0
25/03/95	1194	1047		114			38.7	14/05/95	1195	1026	89		86		25.4
26/03/95	1200	1030	20	79			37.3	15/05/95	1193	1023	70		70		27.2
27/03/95	1192	1064		159			42.7	16/05/95	1193	1024	71		71		24.6
28/03/95	1202	1040		101			52.1	17/05/95	1197	1021	79		79		26.3

Gegevens onbetrouwbaar

Datum	Waterstand te Menen (cm)		Stand van de stuw Klep 1 (cm)		Stand van de stuw Klep 2 (cm)		Debiet	Datum	Waterstand te Menen (cm)		Stand van de stuw Klep 1 (cm)		Stand van de stuw Klep 2 (cm)		Debiet
	opw.	afw.	B	O	B	O	(m³/s)		opw.	afw.	B	O	B	O	(m³/s)
18/05/95	1205	1024	110		110		28.1	7/07/95	1183	1007	0		0		22.9
19/05/95	1197	1018	80		80		26.3	8/07/95	1182	1016	72		72		11.8
20/05/95	1198	1014	61		61		24.6	9/07/95	1185	1024	79		79		3.3
21/05/95	1195	1020	73		73		17.2	10/07/95	1185	1020	72		72		5.8
22/05/95	1204	1025	103		103		25.4	11/07/95	1184	1028	88		88		25.4
23/05/95	1196	1030	91		91		2.3	12/07/95	1186	1012	51		51		24.6
24/05/95	1198	1018	67		67		13.2	13/07/95	1185	1014	58		58		22.9
25/05/95	1195	1025	83		83		28.1	14/07/95	1185	1015	62		62		14.0
26/05/95	1202	1014	96		96		14.7	15/07/95	1184	1018	66		66		18.0
27/05/95	1194	1018	63		63		24.6	16/07/95	1183	1024	82		82		22.1
28/05/95	1195	1025	85		85		28.1	17/07/95	1185	1014	58		58		7.8
29/05/95	1195	1022	88		88		25.4	18/07/95	1185	1013	53		53		8.4
30/05/95	1195	1025	85		85		24.6	19/07/95	1184	1014	53		53		6.9
31/05/95	1196	1018	81		81		25.4	20/07/95	1183	1015	24		24		0.0
1/06/95	1196	1020	74		74		23.7	21/07/95	1184	1016	64		64		7.2
2/06/95	1194	1021	65		65		24.6	22/07/95	1185	1009	46		46		5.8
3/06/95	1194	1006	3		3		15.9	23/07/95	1183	1014	33		33		7.2
4/06/95	1193	1029	56		56		30.0	24/07/95	1184	1015	38		38		0.0
5/06/95	1195	1019	74		74		22.1	25/07/95	1187	1008	13		13		2.6
6/06/95	1196	1022	82		82		23.7	26/07/95	1185	1016	69		69		8.1
7/06/95	1198	1019	61		61		22.1	27/07/95	1182	1013	52		52		4.1
8/06/95	1198	1025	72		72		13.6	28/07/95	1183	1014	55		55		6.6
9/06/95	1197	1015	45		45		22.1	29/07/95	1184	1014	61		61		5.8
10/06/95	1196	1024	76		76		27.2	30/07/95	1182	1012	52		52		3.6
11/06/95	1194	1013	5		5		25.4	31/07/95	1185	1013	50		50		9.7
12/06/95	1193	1028	86		86		24.6	1/08/95	1183	1016	57		57		12.8
13/06/95	1200	1033	110		110		22.1	2/08/95	1185	1012	33		33		0.0
14/06/95	1195	1023	81		81		24.6	3/08/95	1184	1007	11		11		0.5
15/06/95	1195	1022	79		79		24.6	4/08/95	1183	1012	41		41		15.1
16/06/95	1194	1027	82		82		26.3	5/08/95							8.4
17/06/95	1186	1014	54		54		13.2	6/08/95	1183	1013	44		44		1.4
18/06/95	1182	1021	77		77		28.1	7/08/95	1182	1018	59		59		10.7
19/06/95	1186	1019	67		67		26.3	8/08/95	1184	1016	60		60		12.1
20/06/95	1183	1011	44		44		15.0	9/08/95	1182	1009	0		0		0.5
21/06/95	1185	1023	75		75		15.0	10/08/95	1184	1013	47		47		0.0
22/06/95	1182	1012	39		39		14.5	11/08/95	1183	1009	21		21		0.7
23/06/95	1183	1017	54		54		12.7	12/08/95	1182	1013	0		0		0.0
24/06/95	1184	1015	59		59		14.1	13/08/95	1183	1011	35		35		9.1
25/06/95	1186	1021	73		73		15.6	14/08/95	1180	1016	41		41		7.5
26/06/95	1184	1020	68		68		15.6	15/08/95	1183	1011	43		43		10.0
27/06/95	1183	1016	57		57		13.6	16/08/95	1185	1010	42		42		0.5
28/06/95	1186	1015	59		59		17.1	17/08/95	1185	1012	21		25		0.0
29/06/95	1185	1020	72		72		8.8	18/08/95	1184	1014	54		54		0.0
30/06/95	1183	1034	93		93		24.6	19/08/95	1185	1017	57		57		4.1
1/07/95	1181	1031	82		82		0.0	20/08/95	1183	1010	32		32		6.6
2/07/95	1179	1004	0		0		25.4	21/08/95	1185	1014	40		40		1.2
3/07/95	1182	1024	73		73		29.0	22/08/95	1185	1010	28		28		0.0
4/07/95	1180	1031	71		71		31.1	23/08/95	1188	1010	31		31		1.0
5/07/95	1187	1015	64		64		9.4	24/08/95	1185	1016	24		24		0.0
6/07/95	1185	1010	48		48		12.8	25/08/95	1184	1008	37		37		9.4

Gegevens onbetrouwbaar

Datum	Waterstand te Menen (cm) opw.	Waterstand te Menen (cm) afw.	Stand van de stuw Klep 1 (cm) B	Klep 1 O	Klep 2 (cm) B	Klep 2 O	Debiet (m³/s)
26/08/95	1183	1014	26		26		4.4
27/08/95	1183	1010	43		43		10.0
28/08/95	1184	1016	42		42		24.6
29/08/95	1184	1015	50		50		2.8
30/08/95	1185	1019	61		61		9.7
31/08/95	1185	1015	64		64		22.1
1/09/95	1185	1008	14		14		22.1
2/09/95	1183	1014	23		23		8.4
3/09/95	1188	1020	93		93		4.4
4/09/95	1186	1014	59		59		8.7
5/09/95	1182	1024	73		73		22.9
6/09/95	1184	1012	24		24		9.7
7/09/95	1185	1015	46		46		11.1
8/09/95	1176	1060	87		87		48.8
9/09/95	1183	1022	74		74		22.1
10/09/95	1184	1016	61		61		0.0
11/09/95	1181	1007	0		0		22.9
12/09/95	1183	1015	50		50		8.1
13/09/95	1186	1011	60		60		10.0
14/09/95	1184	1018	60		60		22.1
15/09/95	1182	1016	50		50		5.5
16/09/95	1185	1011	56		56		22.9
17/09/95	1180	1008	28		28		15.1
18/09/95	1181	1016	42		42		10.0
19/09/95	1183	1014	38		38		9.7
20/09/95	1184	1011	32		32		9.4
21/09/95	1185	1016	64		64		17.2
22/09/95	1185	1009	30		30		7.8
23/09/95	1184	1014	34		34		6.6
24/09/95	1183	1014	41		41		9.4
25/09/95	1180	1006	0		0		8.1
26/09/95	1183	1015	60		60		14.7
27/09/95	1191	1049	80	20	80	20	46.3
28/09/95	1185	1025	80		80		27.2
29/09/95	1183	1017	65		65		22.9
30/09/95	1184	1030	88		88		0.0
1/10/95	1184	1006	24		24		0.0
2/10/95	1184	1014	46		46		0.0
3/10/95	1187	1004	25		25		4.6
4/10/95	1179	1006	0		0		25.4
5/10/95	1181	1014	59		59		12.8
6/10/95	1187	1016	64		64		12.1
7/10/95	1183	1013	51		51		12.5
8/10/95	1184	1011	35		35		6.6
9/10/95	1186	1012	37		37		0.0
10/10/95	1188	1014	44		44		0.0
11/10/95	1186	1017	61		61		0.0
12/10/95	1185	1013	53		53		22.1
13/10/95	1184	1012	60		60		0.0
14/10/95	1185	1016	51		51		0.0

Datum	Waterstand te Menen (cm) opw.	Waterstand te Menen (cm) afw.	Stand van de stuw Klep 1 (cm) B	Klep 1 O	Klep 2 (cm) B	Klep 2 O	Debiet (m³/s)
15/10/95	1185	1009	9		9		6.3
16/10/95	1182	1010	22		22		0.0
17/10/95	1185	1013	29		29		0.0
18/10/95	1184	1009	43		43		0.0
19/10/95	1184	1009	45		45		6.6
20/10/95	1190	1015	42		42		0.0
21/10/95	1183	1011	28		28		7.2
22/10/95	1184	1014	44		44		11.1
23/10/95	1186	1004	0		0		0.9
24/10/95	1184	1016	26		26		0.0
25/10/95	1183	1011	33		33		2.5
26/10/95	1188	1010	48		48		8.4
27/10/95	1181	1005	0		0		14.5
28/10/95	1185	1009	0		0		2.3
29/10/95	1184	1011	40		40		0.0
30/10/95	1187	1011	40		40		12.3
31/10/95	1183	1009	31		31		5.5
1/11/95	1183	1010	39		39		4.4
2/11/95	1182	1014	27		27		0.0
3/11/95	1181	1007	23		23		5.4
4/11/95	1184	1011	55		55		13.2
5/11/95	1199	1006	12		12		15.5
6/11/95	1186	1009	0		0		0.0
7/11/95	1183	1008	5		5		12.3
8/11/95	1189	1008	35		35		0.0
9/11/95	1180	1016	57		57		0.0
10/11/95	1183	1019	63		63		0.0
11/11/95	1183	1010	29		29		11.9
12/11/95	1183	1011	28		28		11.1
13/11/95	1183	1005	0		0		5.0
14/11/95	1180	1012	15		15		11.5
15/11/95	1185	1010	39		39		14.5
16/11/95	1178	1004	0		0		2.1
17/11/95	1184	1010	36		36		28.0
18/11/95	1180	1016	54		54		22.7
19/11/95	1184	1013	70		70		0.0
20/11/95	1185	1011	46		46		5.2
21/11/95	1185	1016	38		38		5.2
22/11/95	1180	1012	31		31		1.5
23/11/95	1183	1016	54		54		0.6
24/11/95	1178	1020	73		73		2.2
25/11/95	1187	1008	12		12		11.1
26/11/95	1184	1013	34		34		11.9
27/11/95	1182	1015	47		47		12.3
28/11/95	1181	1006	0		0		17.7
29/11/95	1184	1009	17		17		0.0
30/11/95	1184	1021	46		46		0.0
1/12/95	1180	1012	39		39		2.7
2/12/95	1181	1016	38		38		0.0
3/12/95	1182	1014	51		51		0.0

Gegevens onbetrouwbaar

Datum	Waterstand te Menen (cm)		Stand van de stuw Klep 1 (cm)		Stand van de stuw Klep 2 (cm)		Debiet	Datum	Waterstand te Menen (cm)		Stand van de stuw Klep 1 (cm)		Stand van de stuw Klep 2 (cm)		Debiet
	opw.	afw.	B	O	B	O	(m³/s)		opw.	afw.	B	O	B	O	(m³/s)
4/12/95	1182	1011	14		14		12.3	18/12/95	1215	1015	34		34		2.3
5/12/95	1183	1015	34		34		11.1	19/12/95	1184	1016	45		45		0.0
6/12/95	1182	1016	17		17		2.6	20/12/95	1208	1060	110		110		43.6
7/12/95	1174	1007	0		0		0.0	21/12/95	1183	1020	80		80		39.9
8/12/95	1187	1014	39		39		11.5	22/12/95	1214	1025	18		18		40.6
9/12/95	1197	1013	42		42		4.4	23/12/95	1182	1069	34	50	34	50	48.4
10/12/95	1184	1014	30		30		0.0	24/12/95	1181	1050	81	28	81	28	41.6
11/12/95	1180	1015	26		26		1.7	25/12/95	1182	1017	59		59		22.7
12/12/95	1183	1007	32		32		11.5	26/12/95	1183	1014	64		64		15.6
13/12/95	1187	1013	36		36		11.5	27/12/95	1183	1019	43		43		4.5
14/12/95	1183	1014	33		33		6.8	28/12/95	1184	1016	49		49		13.6
15/12/95	1183	1014	32		32		0.0	29/12/95	1181	1015	15		15		1.8
16/12/95	1182	1013	35		35		2.7	30/12/95	1185	1012	25		25		1.5
17/12/95	1211	1011	30		30		0.0	31/12/95	1183	1018	76		76		3.6

Tabel : Waargenomen turbulentiezone in situ voor de oude stuw te Asper

datum	uur	waterpeil		stand		debiet	lengte
		opwaarts (m)	afwaarts (m)	kleine valdeur (m)	grote schuif (m)	(m³/s)	turbulentie-zone (m)
27.09.1997	16h00	8.25	5.70	0.95	-	8.5	40
29.09.1997	14h20	8.29	5.76	1.20	-	17.2	45
29.09.1997	14h45	8.30	5.80	-	0.25	39.0	50
29.09.1997	16h00	8.15	5.70	1.00	-	6.3	30
02.10.1997	19h00	8.28	5.71	-	0.40	52.2	43
04.10.1997	18h00	8.31	5.80	-	0.40	51.1	45
06.10.1997	12h00	8.27	5.67	-	0.86	7.1	18
06.10.1997	16h50	8.26	5.95	-	0.65	71.0	50
07.10.1997	11h40	8.25	5.70	1.20	-	15.8	30
07.10.1997	13h30	8.30	6.00	-	0.85	75.4	60
08.10.1997	11h50	8.33	5.79	-	0.50	61.3	55
08.10.1997	16h00	8.24	5.91	-	0.65	71.0	55
09.10.1997	10h00	8.25	5.65	0.45	-	0.8	5
09.10.1997	16h00	8.20	5.70	1.00	-	8.5	40
10.10.1997	10h00	8.24	5.97	-	0.40	48.9	40
10.10.1997	13h50	8.26	6.26	-	1.00	98.0	80
10.10.1997	17h50	8.30	6.11	-	0.80	83.6	60
11.10.1997	06h10	8.30	5.75	1.00	-	12.2	35
11.10.1997	08h00	8.20	5.75	1.30	-	15.6	40
11.10.1997	10h10	8.25	5.90	-	0.65	71.6	55
11.10.1997	16h45	8.25	5.90	-	0.55	60.6	50
13.10.1997	06h45	8.30	6.00	-	0.70	76.1	65
13.10.1997	14h30	8.25	5.75	1.10	-	12.1	30
14.10.1997	11h00	8.25	6.05	-	0.60	77.9	70
14.10.1997	16h00	8.30	6.15	-	1.00	90.7	90
15.10.1997	11h00	8.25	5.80	1.30	-	16.9	40
15.10.1997	17h30	8.20	5.90	-	0.40	48.1	70
18.10.1997	15h30	8.20	5.78	-	0.16	28.4	40
20.10.1997	11h20	8.25	5.80	-	0.21	33.0	42
20.10.1997	19h00	8.22	5.85	-	0.55	62.7	67
21.10.1997	15h40	8.30	5.70	1.20	-	14.5	40
22.10.1997	12h00	8.24	5.70	1.22	-	14.6	43
22.10.1997	17h00	8.27	6.00	-	0.70	75.7	85
24.10.1997	16h30	8.30	5.70	0.90	-	8.5	35
25.10.1997	09h50	8.29	5.92	-	0.63	68.8	67
29.10.1997	11h35	8.30	5.70	-	0.30	43.9	50
30.10.1997	15h10	8.21	5.77	-	0.20	32.3	45
03.11.1997	10h05	8.22	6.02	-	0.80	82.8	82
05.11.1997	08h00	8.26	6.06	-	0.85	87.7	84
06.11.1997	09h00	8.25	5.95	-	0.70	76.2	85
07.11.1997	12h00	8.22	5.92	-	0.45	53.2	55
08.11.1997	08h00	8.30	5.80	1.25	-	16.9	50
10.11.1997	16h00	8.30	5.60	0.90	-	10.8	50
13.11.1997	16h15	8.29	5.91	-	0.60	68.3	66
17.11.1997	09h00	8.35	5.70	-	0.80	37.5	45
17.11.1997	15h20	8.30	6.00	-	0.75	87.5	85
18.11.1997	08h00	8.20	6.05	-	0.75	77.1	85
19.11.1997	10h40	8.30	5.80	-	0.30	32.5	35
20.11.1997	13h45	8.30	5.80	1.00	-	10.7	35
21.11.1997	08h00	8.20	5.65	1.00	-	8.5	20

WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM

FLANDERS HYDRAULICS RESEARCH

Berchemlei 115
B- 2140 ANTWERPEN
tel. 32(0)3/224 60 35
fax 32(0)3/224 60 36
e-mail: flanders.hydraulics@mow.vlaanderen.be
waterbouwkundiglabo@vlaanderen.be

http://watlab.lin.vlaanderen.be

FLANDERS HYDRAULICS RESEARCH

WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM

FLANDERS HYDRAULICS RESEARCH









Vlaamse overheid
Departement Mobiliteit en Openbare Werken
afdeling Waterbouwkundig Laboratorium
Berchemlei 115 - B-2140 Antwerpen